



CONTEXTUALIZAÇÃO E ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE GUAÍÚBA/CE

Túlio Viana Bandeira
Universidade Estadual do Ceará

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará

Resumo

No município de Guaiúba, as feições geomorfológicas expressam importantes eventos pretéritos, sobretudo em relação a tectônica, estrutura e evolução paleoclimática. Disposta em sua maioria em torno de antigos terrenos, Guaiúba está estreitamente relacionada aos acontecimentos oriundos do Ciclo Brasileiro e na separação da América do Sul do continente africano, além das flutuações climáticas ocorridas no Quaternário. Assim, a pesquisa realizada apresenta os estudos geomorfológicos, uma vez que, refletem a dinâmica dos processos naturais pretéritos e atuais, juntamente com as ações das atividades humanas. Nesse sentido, o texto aponta, enquanto objetivo, a contextualização da formação da paisagem natural local e principalmente a caracterização das feições geomorfológicas atuais. Para isso, foi necessário realizar levantamentos bibliográficos, trabalhos de campo e produção de uma base cartográfica. Com isso, os resultados obtidos foram a contextualização do quadro geológico e geomorfológico regional, identificação e descrição das formas geomorfológicas, além do mapeamento temático.

Palavras-chave: Geomorfologia. Erosão diferencial. Aplainamento. Guaiúba.

CONTEXTUALIZATION AND GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE MUNICIPALITY OF GUAÍÚBA/CE

Abstract

In the municipality of Guaiúba, geomorphological features express important preterit events, especially in relation to tectonics, structure and paleoclimatic evolution. Mostly arranged around antique lands, Guaiúba is closely related to the events arising from the Brazilian Cycle and the separation of South America from the African continent, in addition to the climatic fluctuations that occurred in the Quaternary. Thus, the research carried out presents the geomorphological studies, since they reflect the dynamics of past and current natural processes together with

the actions of human activities. In this sense, the text points out, as an objective, the contextualization of the formation of the local natural landscape and mainly the characterization of the current geomorphological features. For that, it was necessary to carry out bibliographic surveys, fieldwork and production of a cartographic base. Thereby, the results obtained were the contextualization of the geological and geomorphological regional framework, identification and description of geomorphological forms, in addition to the thematic mapping.

Keywords: Geomorphology. Differential erosion. Planing. Guaiúba.

INTRODUÇÃO

O quadro geomorfológico do município de Guaiúba é bastante diverso e apresenta feições fruto de processos pretéritos. Principalmente em relação às flutuações climáticas decorrentes do Quaternário, além de mudanças ocorridas no cenário geológico regional. Especialmente a partir do Ciclo Brasileiro ocorrido no Proterozóico e, a separação da América do Sul do continente africano entre o final do Barremiano e o Albiano (MATOS, 1992). Esses eventos geraram marcas até hoje perceptíveis na paisagem local.

Nesse contexto, as características geológicas regionais influenciam diretamente na formação e modelagem das feições locais. Além dos condicionantes climáticos ocorridos no Quaternário, os quais são essenciais para a compreensão da origem e evolução do relevo, principalmente em relação aos maciços, em especial, aos maciços pré-litorâneos do Estado do Ceará.

Os eventos tectônicos que originaram a Orogênese Brasileira apresentam grande importância para a compreensão das unidades litoestratigráficas e conseqüentemente da geomorfologia de Guaiúba, tendo em vista sua data de ocorrência com a idade das rochas encontradas no ambiente local.

Nesse sentido, para tratar as principais características geomorfológicas da área de estudo, o artigo apresenta seus resultados e discussões divididos em duas partes: primeiramente é abordado a respeito dos eventos geológicos, geomorfológicos e climáticos que atuaram na formação do relevo atual, posteriormente a geomorfologia atual da área de estudo é discutida. Para isso, foram utilizados autores que produziram estudos sobre a região estudada, destacando-se principalmente as obras de Ab'Saber (1969) e (1974), Araújo (2016), Araújo, Moura e Souza (2017), Barbosa e Maia (2018), Brandão (1998), Claudino-Sales (2016), Maia e Bezerra (2014), Maia, Bezerra e Claudino-Sales (2010), Souza (2007a) e Souza e Oliveira (2006).

Assim, com o objetivo de contextualizar e caracterizar os componentes geomorfológicos da área de estudo, torna-se imprescindível discutir a origem de suas feições, os quais são diretamente relacionados aos movimentos tectônicos e as flutuações climáticas. Para isso, foram utilizados procedimentos operacionais e metodológicos que subsidiaram a análise em questão, principalmente em relação

aos trabalhos de campo, produção da base cartográfica e leitura de obras sobre o ambiente local.

Localização da área de estudo

As unidades geomorfológicas que constituem o objeto de estudo estão presentes na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), com distância de 36 km da capital cearense. O município de Guaiúba apresenta área de 267 km² e possui cinco distritos além da sede (Mapa 1), são eles: Baú, Água Verde, Itacima, Dourado e Núcleo Colonial Pio XII (São Jerônimo). O município localiza-se entre os Maciços Residuais da Aratanha e de Baturité, ambos contidos na Depressão Sertaneja. Suas coordenadas geográficas são: 4º 02' 32.46"S de latitude e 38º 38' 00.55"W de longitude.

A principal via de acesso para o município é a CE-060, a qual faz conexão do interior do Estado para a capital cearense. Os outros sistemas viários estaduais são a CE-451 e a CE-354, ambas vindas do município de Maranguape.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E METODOLÓGICOS

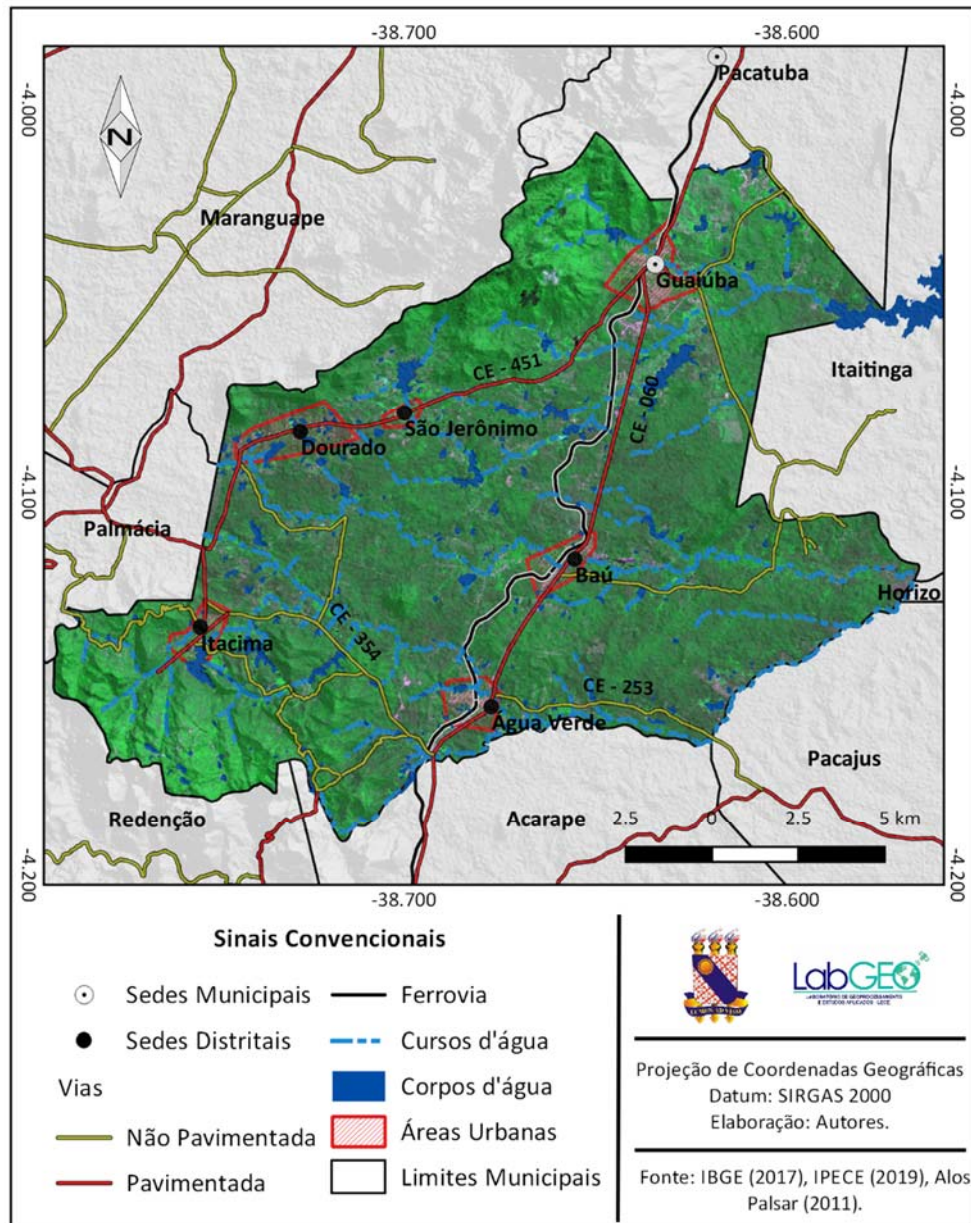
Levantamento Bibliográfico

Nessa etapa foram realizados levantamentos de artigos e livros em meio digital e impresso a respeito da temática da pesquisa. Nesse sentido, dois eixos centrais foram criados, os quais perfazem a totalidade da pesquisa, são eles: contextualização do quadro geológico e climático, além das características geomorfológicas da região onde se insere a área de estudo. Após isso, foram lidos autores que produziram obras do contexto abordado e interpretadas com auxílio dos trabalhos de campo.

Na fase de levantamento bibliográfico, foram realizadas leituras para embasar os resultados gerados, além de auxiliar na produção da fundamentação teórica e metodológica da pesquisa, todas leituras foram a respeito de temas relacionados ao objetivo proposto. Através do levantamento literário realizado sobre o tema em questão, foi possível enriquecer cientificamente o presente artigo.

Trabalhos de Campo

Essa etapa foi primordial para o desenvolvimento da pesquisa, pois a identificação e descrição das feições geomorfológicas foram realizadas através de duas visitas de campo em todo território municipal. Eles tiveram papel essencial no reconhecimento dos aspectos naturais da área de estudo, com o intuito de identificar e caracterizar os componentes da paisagem, principalmente em relação ao quadro geomorfológico local. Nesse sentido, houve a identificação e compreensão dos processos geomorfológicos, os quais são diretamente



relacionados a dinâmica das paisagens.

Mapa 1. Localização do município de Guaiúba.

Em ambos os campos foram visitadas e identificadas todas as unidades geomorfológicas tratadas na pesquisa. Com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin 78s, tornou-se possível adquirir as coordenadas das feições e mapeá-las em programas que envolvem cartografia, geoprocessamento e sensoriamento remoto. Com a identificação das unidades geomorfológicas em campo, o passo posterior foi relacioná-las com as obras lidas em escritório.

As duas visitas apresentaram importante etapa para alcançar os principais resultados da pesquisa, além de ser empregado como base para validar os aspectos teóricos e metodológicos utilizados.

MATERIAIS

Base Matricial

1) Imagem do satélite Sentinel-2 com resolução espacial de 10 metros, datada de 18/07/2018. A mesma foi disponibilizada pelo site Copernicus (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/>) e serviu como base para a produção do mapa de localização, identificação das unidades geomorfológicas e mapeamento dos cursos e corpos d'água. O Sentinel-2 possui órbita circular, heliosíncrona a uma altitude de 786 km e com resolução temporal de 5 dias a depender da latitude. O tamanho da área imageada é de 110 km x 110 km.

2) Imagem de radar do Alaska Satellite Facility disponível no site (<https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>), o qual representa um Modelo Digital de Elevação (MDE) e, assim, serviu como base para a geração de curvas de nível, representação da hipsometria e das classes de declividade. Este tipo de imagem possui resolução espacial de 12,5 metros, órbita heliocêntrica, resolução radiométrica de 5 bits por pixel, e o tamanho da cena do MDE é 72,5 km x 80,5 km.

Base Vetorial

1) Base cartográfica dos limites municipais e estaduais em formato Shapefile (shp) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2) Base cartográfica do sistema viário, sedes municipais, sedes distritais e manchas urbanas em shp do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

3) Shapefile do sistema ferroviário da Agência Nacional de Transportes Terrestres.

4) Shapefile das unidades litoestratigráficas (1/100.000) e das falhas geológicas do município de Guaiúba cedido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Produção Cartográfica

Em relação aos mapas, eles foram gerados através dos softwares QGIS 2.18.12 e do Spring 5.5, uma vez que, eles possuem a vantagem de serem livres e gratuitos, além de operarem com base de dados geográficos.

Para a produção do mapa de localização (Mapa 1), foi utilizada a imagem de satélite do Sentinel 2 referente as bandas 8, 4 e 3. Com estas 3 bandas escolhidas foi gerada uma composição RGB falsa-cor de 10 metros de resolução espacial no Spring. Após

este processo foi utilizada a ferramenta de melhoramento de contraste e manuseio de histograma.

Segundo Vinha e Nunes (2010), há diversas formas de produzir mapas geomorfológicos. Os mais comuns utilizam imagens de radar, satélite, fotografias aéreas, carta topográficas e softwares específicos. Ainda segundo os autores, deve-se utilizar para a interpretação de feições geomorfológicas os elementos de textura, tonalidade, forma, tamanho e padrão. Com base nisso, nos trabalhos de campo, na composição geológica, nas curvas de nível, nas classes de declividade, no curso da drenagem, na direção das vertentes e no modelo digital de elevação do Alos Palsar, o mapa geomorfológico (Mapa 3) foi criado.

A identificação das feições geomorfológicas e sua caracterização tiveram como base os trabalhos de campo e a fotointerpretação na escala 1/100.000. Atrelado a isso, cada unidade geomorfológica foi mapeada com base na sua própria dinâmica, onde foi possível identificar os principais componentes ambientais que os individualiza.

Em relação ao mapa geológico (Mapa 2), ele foi produzido a partir do shapefile das unidades litoestratigráficas cedido pela CPRM. Vale ressaltar que esses dados estão na escala 1/100.000, os quais fazem parte da folha de Baturité. Após sua inserção, o passo posterior foi inserir os demais shapefiles e partir para o compositor de impressão.

Para a geração dos mapas de hipsometria (Mapa 4) e de declividade (Mapa 5), ambos utilizam a imagem do Alos Palsar. Em relação ao de hipsometria, foi necessário gerar curvas de nível baseada no Modelo Digital de Elevação (MDE), raster → extrair → contorno. Em relação mapa de declividade, é indispensável gerar suas classes através de raster → análise do terreno → declividade, posteriormente foi utilizado o algoritmo *r.reclass* para produzir as classes de declividade baseadas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contextualização dos eventos tectônicos regionais e das flutuações climáticas ocorridas no Quaternário

Segundo Maia, Bezerra e Claudino-Sales (2010), o Nordeste Brasileiro apresenta diversos compartimentos geomorfológicos, as quais são diretamente relacionadas aos eventos tectônicos, como o Ciclo Brasileiro e a separação dos continentes da América do Sul e da África. De acordo com os autores, esses compartimentos encontram-se no contato com maciços cristalinos, os quais são alinhados através de diversas zonas de cisalhamento e lineamentos estruturais que orientam a drenagem e a dissecação.

Essa orogênese, que ocorreu no final do Proterozóico, originou o Panótia através da aglutinação do Gondwana e demais continentes (BRITO NEVES, 1999). Essa colagem recebeu no Brasil o nome de Orogênese Brasileira e resultou na formação de uma cadeia de montanhas e na estruturação da Província da Borborema. Essa

fase representa o mais importante evento na evolução geológica do Nordeste brasileiro. Além disso, os maciços costeiros que compõem o município de Guaiúba estão inseridos nessa Província, apresentando terrenos dobrados, deformados e amalgamados referente ao ciclo Brasileiro que originou o Gondwana, assim como formou terrenos (Cadeia Brasileira) que atualmente atingem os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. (CLAUDINO-SALES, 2016).

O Nordeste brasileiro só veio a ocorrer a partir de uma nova e última aglutinação por volta de 230 Ma, ao final do Paleozóico, com a orogênese que deu origem ao megacontinente Pangea (WINDLEY, 1995 apud CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2007). Essa colagem não apresentou grandes proporções no território cearense e áreas adjacentes, que permaneciam unidas na porção central do supercontinente Gondwana (CLAUDINO-SALES, 2016). Dessa forma, a paisagem nesse período de aglutinação ainda continuou com extensas superfícies aplainadas, uma vez que, os processos de orogênese não foram competentes para rejuvenescer os relevos.

O Pangea perdurou com suas dimensões territoriais até o Triássico superior, quando uma nova movimentação começou a fragilizar este continente. Sua divisão, que ocorreu em etapas a começar do Jurássico, foi responsável pela separação da América do Sul da África. É nesse período que ocorre a formação da margem continental nordestina entre o Triássico superior e o Cretáceo superior (230-290 Ma) (BRITO NEVES, 1999; CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2007).

Assim, grande parte da superfície da região Nordeste brasileira foi elaborada por processos morfoestruturais do chamado Ciclo Brasileiro, que gerou o megacontinente Panófia e, posteriormente, reorganizado no Cretáceo, durante a divisão do megacontinente Pangea.

A grande maioria das paisagens da região Nordeste foram desenvolvidas sobre zonas de cisalhamento, as quais foram reativadas no Cretáceo e no Cenozóico e condicionaram evolução geomorfológica através de alterações dos níveis de base. A partir desses processos, foram criadas áreas arqueadas, que, a posteriori sofreram influências das mudanças climáticas e dos processos de erosão diferencial, formando trends de lineamentos de cristas com direções NE-SW e E-W (MAIA; BEZERRA; CLAUDINO-SALES, 2010). Essas direções preferenciais, que são vistas no território da área em estudo, estão diretamente relacionadas ao posicionamento dos maciços, como pode ser visto através do Mapa 3 a orientação desses lineamentos.

Esse ciclo, que apresenta importantes aspectos do ponto de vista morfoestrutural para compreensão do aspecto litológico dos relevos cristalinos, representou significativos eventos de acreção continental e formação de granitos na crosta. São esses agentes os responsáveis pela evolução dos maciços costeiros, principalmente nos seus setores de falhas e estruturas (ARTHAUD, 2007; MAIA; BEZERRA, 2014).

A colisão dessa orogenia provocou, no setor paralelo ao lineamento Transbrasiliano, uma zona de notável espessura crustal, de direção NE-SW, além de diversas zonas de cisalhamento, as quais estão relacionadas a intrusão de granitos. É nesse contexto que ocorreu no Domínio Ceará Central (DCC) uma quantidade significativa de magmatismos. É através dessa colisão que as direções preferenciais

(NE-SW e E-W) são evidenciadas no terreno cearense, ambas relacionadas aos esforços advindos do amalgamento dos blocos continentais (ARTHAUD, 2007).

Essa sequência de eventos tectônicos é a principal responsável pelas linhas mestras do relevo que condicionam a evolução geomorfológica atual, que é marcada pelo controle exercido sobre os processos denudacionais cenozoicos. Tal controle resulta do condicionamento estrutural da evolução geomorfológica, sobretudo nas áreas de deformações tectônicas como nas zonas de cisalhamento (MAIA; BEZERRA, 2014, p. 131).

Após esses acontecimentos, as fases que precedem a formação do Nordeste atual apresentam como resultado básico a geração de granitos, os quais sustentam grande parte dos relevos atuais (CLAUDINO-SALES, 2016), fato que ocorre principalmente nos ambientes cristalinos mais elevados do Ceará, os quais se destacam por apresentar associação litológica de granitos com migmatitos. Esse tipo de rocha surgiu em superfície decorrente da formação de zonas de cisalhamento cujos movimentos podem produzir denudação tectônica. Esse fato propiciou a geração de granitos superficiais, os quais são criados através do resfriamento do magma entre essas zonas (BOILLOT, 1996 apud CLAUDINO-SALES, 2016).

Essa associação de granito com migmatito sustentam os dois maciços cristalinos do município de Guaiúba (Aratanha e Baturité), Mapa 2. Nota-se, ainda, a posição dessas unidades associadas às falhas geológicas com direções predominantemente NE-SW, que estão diretamente relacionadas às intrusões e as espacialidades litológicas. Esses ambientes em análise são produtos de tectonismo intenso, o qual se configura através de zonas fraturadas, dobradas e falhadas (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

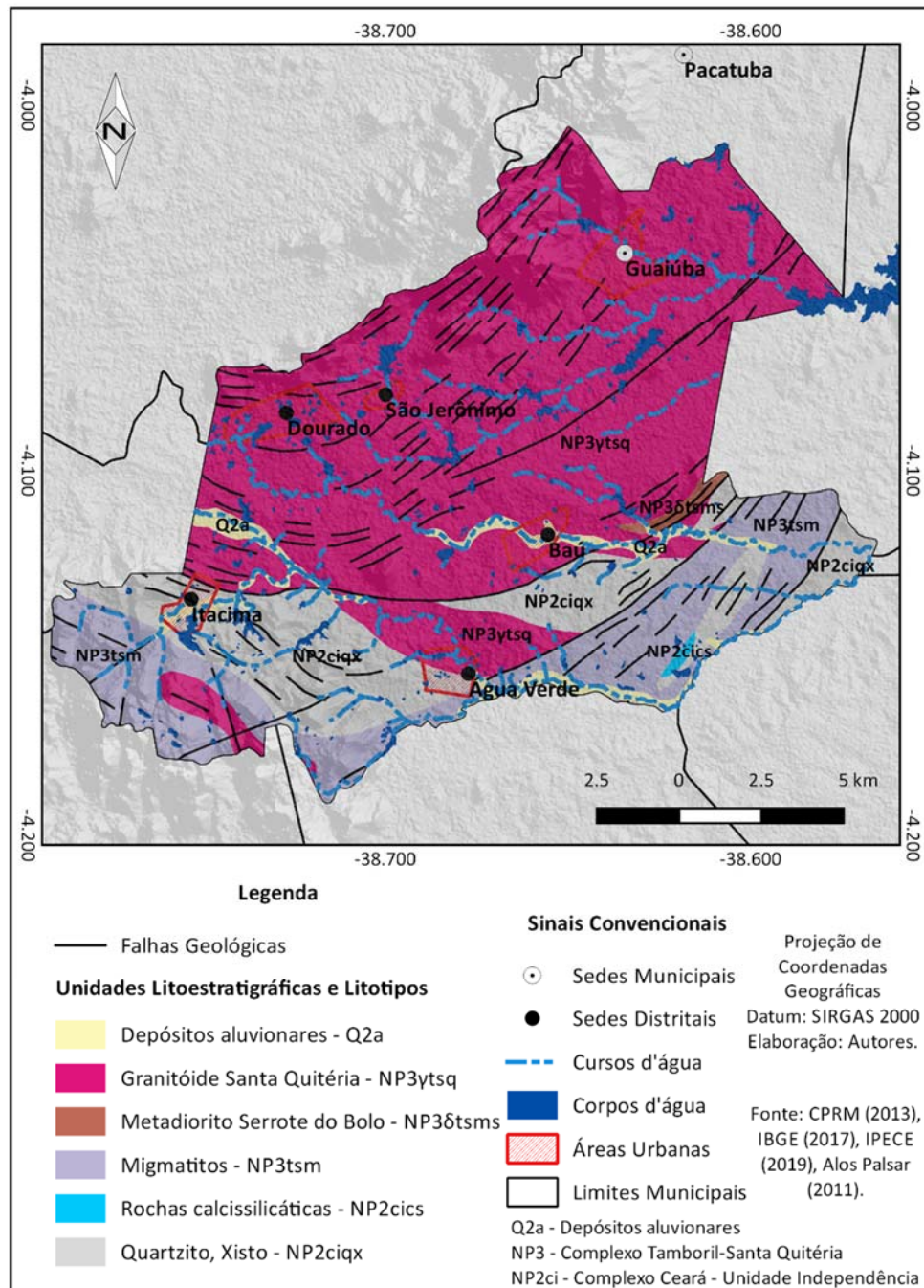
Essas duas unidades geomorfológicas do município de Guaiúba pertencem ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria. Além disso, destacam-se as rochas do Complexo Ceará e de depósitos recentes. Todas essas litologias estão inseridas na Província Setentrional da Borborema. Para a geologia, a qual sustenta as unidades geomorfológicas, os estudos da CPRM (2007) da região nortearam a análise.

Dentro das unidades litoestratigráficas de Guaiúba (Mapa 2), destacam-se: Depósitos aluvionares, constituído por conglomerados, arenitos, argilas, areias e cascalhos; Complexo Ceará, composto por quartzitos, gnaisses, xistos, filitos e carbonatos; e Complexo Tamboril-Santa Quitéria, constituído de gnaisses migmatíticos, migmatitos, metadiorito e granitoides (CPRM, 2017).

A espacialização das unidades litoestratigráficas são influenciadas pelas zonas de cisalhamento e diretamente relacionadas as feições geomorfológicas. As associações litológicas mais resistentes estão situadas nas cotas altimétricas mais elevadas, em especialmente nos maciços cristalinos. Em toda a área, há destaque aos granitoides, bem como para o embasamento adjacente.

No tocante as três unidades litoestratigráficas de Guaiúba, há maior predominância das rochas do Complexo Tamboril-Santa Quitéria, o qual se divide em Granitoide Santa Quitéria, Metadiorito Serrote do Bolo e Migmatitos. De acordo com Arthaud

(2007), esse complexo é um conjunto ígneo formado principalmente por diatexitos e metatexitos advindos normalmente da fusão parcial das rochas supracrustais.



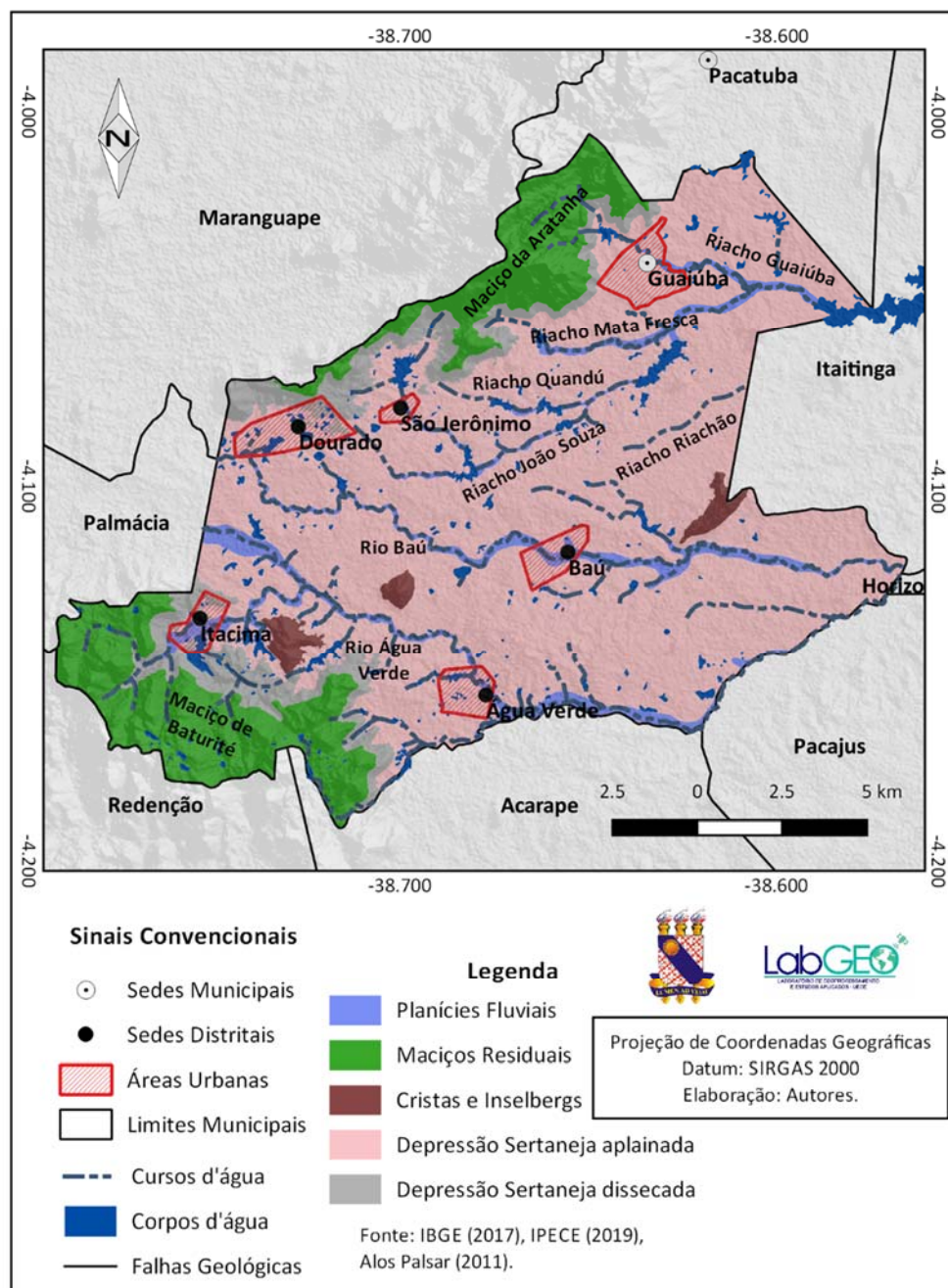
Mapa 2. Geologia do município de Guaiúba/CE.

Os tipos migmatíticos mais comuns do município apresentam estruturas bandadas/dobradas. Esses ocorrem, em geral, associados aos demais litocomponentes da unidade, onde normalmente configuram rochas bastante resistentes. Sua associação no maciço de Baturité advém através dos granitos, formando o complexo granítico-migmatítico. Assim, formam uma estrutura geológica bastante resistente aos processos erosivos (BRANDÃO, 1998).

Além do quadro geológico, destacam-se as seguintes unidades geomorfológicas em Guaiúba (Mapa 3): Depressão Sertaneja, Maciços Residuais Cristalinos e as Planícies Fluviais. Vale ressaltar a existência de subunidades, tais como: Cristas, Planícies Alveolares e Planícies de Inundação Sazonal. Essas últimas não foram possíveis de serem mapeadas, devido à escala de mapeamento utilizada (1/100.000).

A origem e evolução desses relevos são diretamente influenciadas por processos existentes no Nordeste Setentrional brasileiro, o qual é controlado por zonas de cisalhamento dúcteis e suas reativações. Nessa perspectiva, sobressaem-se dois aspectos, o primeiro é o controle efetuado pela erosão diferencial, uma vez que seus terrenos ao longo das zonas de cisalhamento são geralmente compostos por rochas graníticas que resistem ao processo citado e são exumados; o segundo aspecto é o controle gerado pela reativação dessas zonas, o que pode produzir abatimentos e soerguimentos com base nos planos de deformação, originando, assim, relevos marcados por trends de lineamentos estruturais de direção NE-SW e E-W (MAIA; BEZERRA, 2014).

São essas orientações, em especial a NE-SW, que podem ser vistas através do Mapa 3. Elas representam a deformação brasileira de caráter dúctil/rúptil reativadas no cretáceo e no cenozoico.



Mapa 3. Geomorfologia do município de Guaiúba/CE.

Em resumo, para a compreensão do relevo, deve-se destacar os períodos de orogênese relativa ao Ciclo Brasileiro e os momentos de rifteamento. Nas fases em que a calma tectônica predominou, os relevos elevados foram erodidos até se tornarem superfícies de aplainamento, a exemplo da depressão sertaneja. Esses ambientes, ao contrário dos relevos elevados, dominaram, por muito tempo, a paisagem regional (MAIA; BEZERRA; CLAUDINO-SALES, 2010; CLAUDIANO-SALES, 2016).

Esse período de calma tectônica ocorreu durante a formação do Pangea até a fragmentação do Gondwana. Nesse momento, as zonas de cisalhamento foram reativadas, e a erosão retoma sua atuação de forma mais acentuada nos ambientes elevados. Entretanto, o maior desgaste da área se destaca a partir do Neógeno, quando as unidades geomorfológicas da região vivenciaram com elevada ênfase às variações eustáticas e climáticas, as quais também contribuíram para a formação e deposição de sedimentos recentes. Durante essa era Cenozoica, as mudanças climáticas tiveram grande influência na modelagem dos maciços, especialmente entre a alternância de períodos úmidos e secos (CLAUDINO-SALES, 2016; BARBOSA; MAIA, 2018).

Após os eventos tectônicos, o relevo da região estudada passou a sofrer maior influência das flutuações climáticas, equilibradas com variações do nível do mar, bem como por deformações geológicas controladas pela flexura marginal, fato importante para compreender a origem e evolução de terrenos próximos a oceanos (CLAUDINO-SALES, 2016).

Em relação aos períodos de flutuações climáticas do Quaternário, eles estão diretamente interligados aos processos de erosão diferencial, dissecação, pedogênese e geomorfogênese. Segundo Claudiano Sales (2016), em especialidade através das transições de períodos úmidos e secos, influenciando na erosão, transporte e deposição. As glaciações do Quaternário contribuíram nas condições climáticas da maior parte do Brasil, principalmente no tocante aos regimes pluviométricos.

Caracterização dos aspectos Geomorfológicos

Uma das evidências das flutuações climáticas encontradas em Guaiúba é a presença de solos profundos e úmidos em plena depressão sertaneja (Figura 1), além dos pedimentos formadores na Depressão Sertaneja dissecada e das condições fitogeográficas.

Segundo Jatobá (1993), ao longo das fases glaciais, predominaram os processos de degradação lateral e erosão generalizada, com a conseqüente formação de superfícies de aplainamento (pedimentos), caso da Depressão Sertaneja do Município.

De acordo com Maia, Bezerra e Claudino Sales (2010), nessa fase seca, os processos de pediplanação ocorreram associados à retração das florestas e a exposição do solo, formado na fase úmida anterior. Ambos os eventos de formação de pedimentos e pediplanação são um dos principais responsáveis pela evolução da Depressão Sertaneja de Guaiúba.



Figura 1. Classes de Argissolos presentes na Depressão Sertaneja. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 7'55.51"S; Long = 38°43'45.72"O.

Os períodos de transição climática também apresentam grande importância para a compreensão das feições geomorfológicas da área de estudo, uma vez que os totais pluviométricos foram alterados e, em consequência disso, o regime dos rios também. Assim, sua capacidade de cavar vales e carregar sedimentos retirados das vertentes sofreram modificações. Em períodos que os rios detinham maior capacidade energética, o relevo apresentava maior índice de dissecação e formação de colinas, caso constante em ambientes próximos aos maciços de Guaiúba. Através da Figura 2 é possível perceber a ondulação da depressão sertaneja fruto principalmente dos cursos d'água. No início da figura é perceptível um caimento na via, logo ao fundo, a depressão sertaneja sofre uma elevação.



Figura 2. Depressão Sertaneja Ondulada. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 7'10.97"S; Long = 38°45'7.27"O.

De acordo com Jatobá (1993), em períodos de grande precipitação e com expressivo escoamento superficial, houve grande contribuição para a gênese e evolução de relevos, principalmente como processo de remoção dos detritos do regolito que influenciaram na formação de pedimentos, os quais podem ser

encontrados no sopé dos Maciços da Aratanha e de Baturité. Além disso, esse escoamento superficial modelou as vertentes dessas unidades geomorfológicas, em especial nas áreas com rochas mais frágeis.

Esses processos, juntamente com a erosão diferencial, a qual se relaciona ao desgaste desigual dos corpos rochosos frente ao contraste de resistência das litologias. Atuaram principalmente no relevo da área, sendo, pois, um dos responsáveis pela dissecação dos maciços de Guaiúba. Além de atuarem em grandes proporções no sentido de rebaixamento do relevo - com caso de exceção aos granitos, que são rochas resistentes e se mantém frente aos processos erosivos -, esse tipo de litologia sustenta a maioria dos maciços cristalinos. Através da Figura 3 pode-se perceber como esses processos modelaram as vertentes das serras de Aratanha e Baturité.

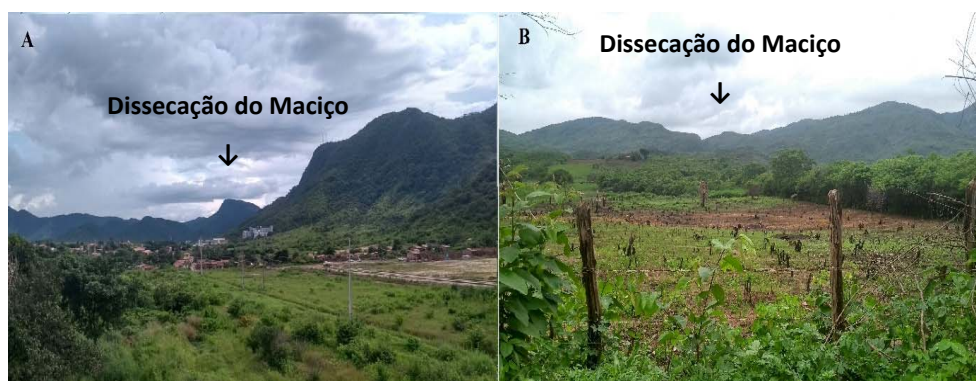


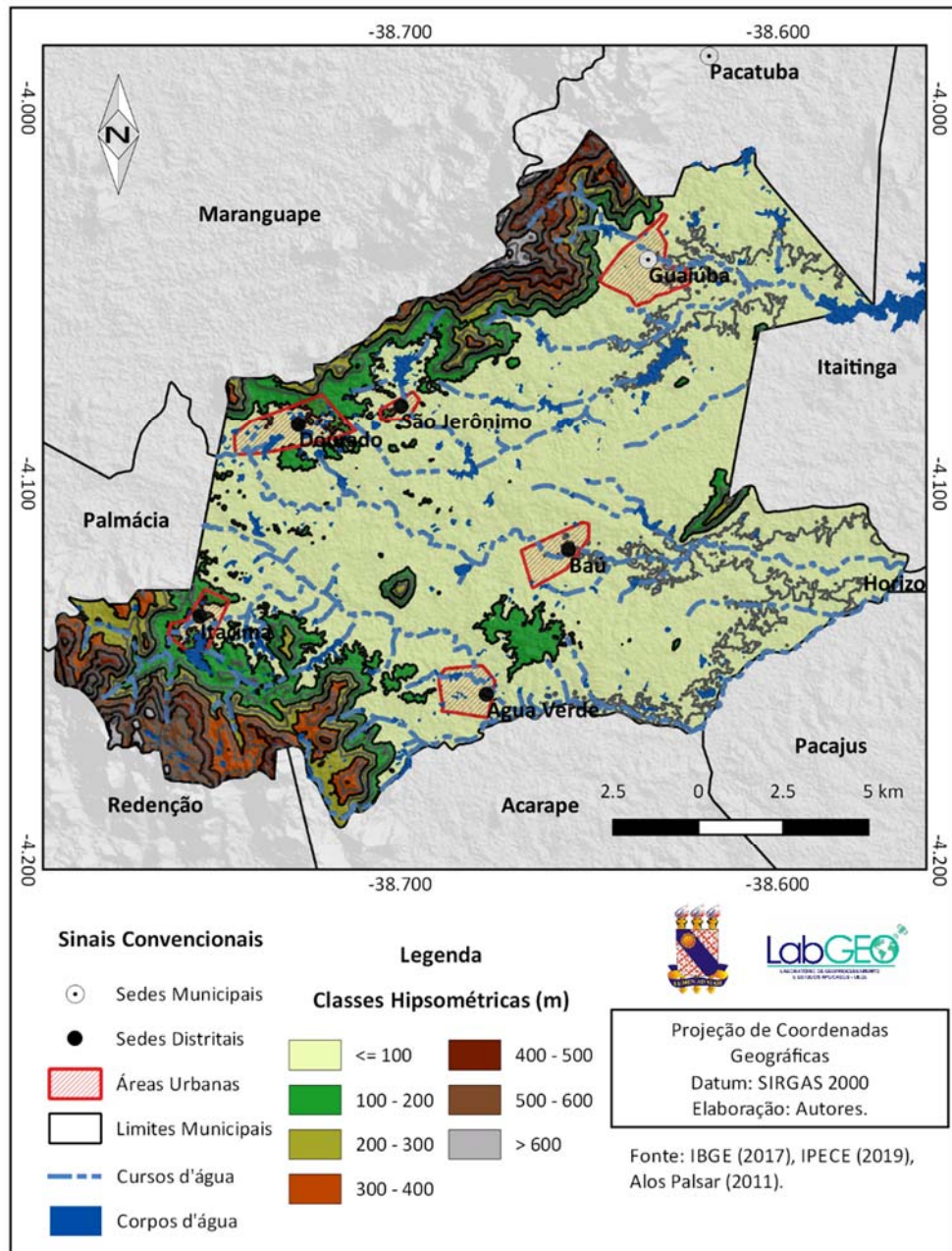
Figura 3. Relevo dissecado do Maciço de Baturité (A) e do Maciço da Aratanha (B).
Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 4'54.08"S; Long = 38°42'19.62"O.

Os processos de erosão não ocorreram da mesma forma nas áreas de associação de granitos com migmatitos, principalmente nos maciços. Este conjunto de rochas apresentam melhores exposições nos setores morfologicamente mais elevados (Maciços de Baturité e Aratanha) da área investigada, assim, são compreendidos como relevos residuais, formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas gnáissicas adjacentes, visto a maior resistência desta unidade litológica (BRANDÃO, 1998).

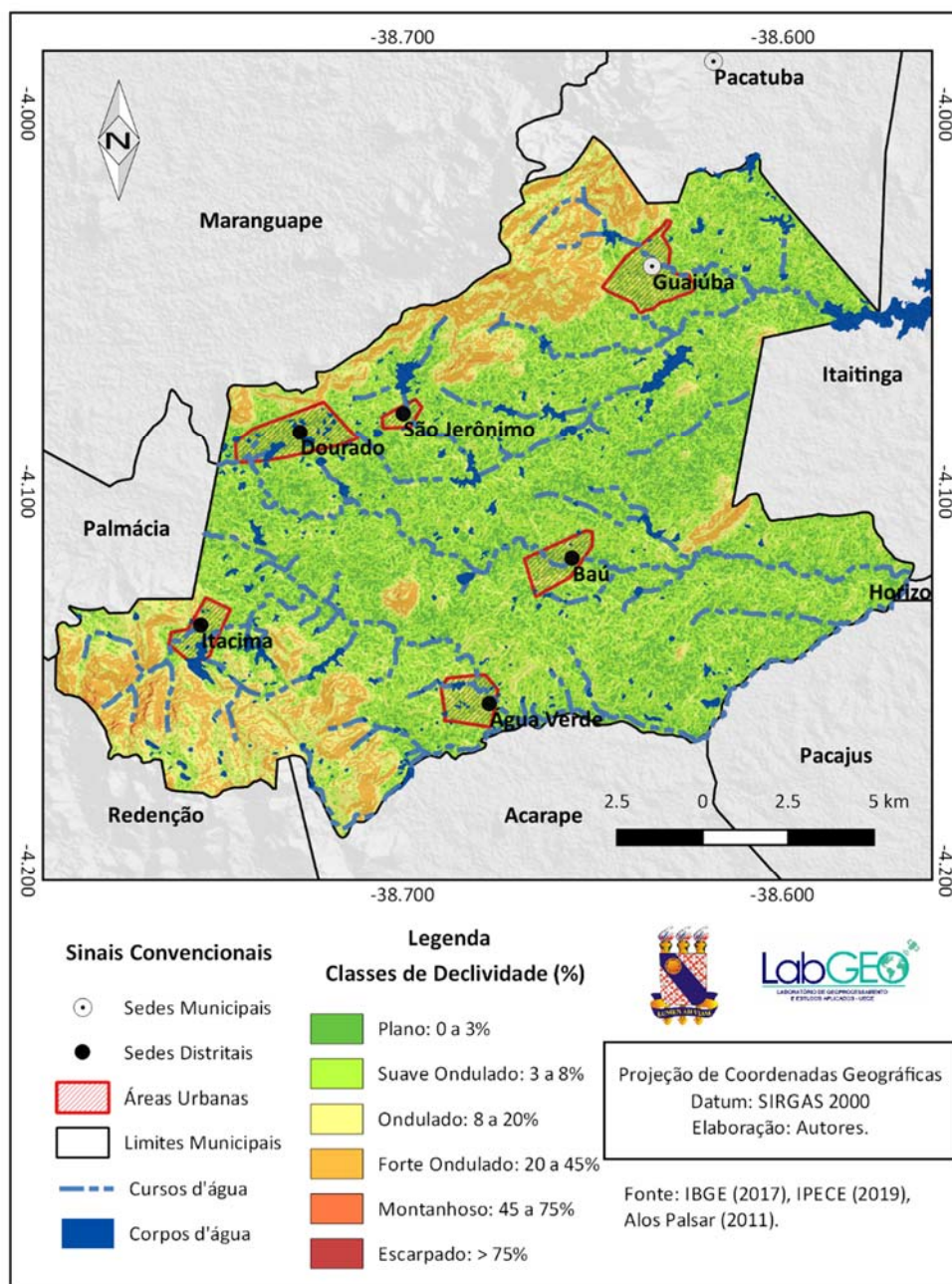
Essas unidades geomorfológicas (maciços) apresentam os maiores valores hipsométricos e de declividade. Através do Mapa 4, pode-se notar que o Maciço da Aratanha representa os valores mais altos, os quais atingem 700 metros de altitude, e, no Maciço de Baturité, 600 metros. Em relação ao Mapa 5, das taxas de declividade, no Maciço da Aratanha, a classe forte ondulada exhibe maior proporção, seguido por ondulado, suave ondulado, montanhoso, plano e escarpado. O Maciço de Baturité, por sua vez, a classe ondulada apontou melhores dimensões, seguido pelos níveis forte ondulado, suave ondulado, plano, montanhoso e escarpado.

No tocante à compartimentação do Maciço da Aratanha, de acordo com Souza *et al.* (2007a), no município de Guaiúba, esse sistema ambiental se divide em dois

subsistemas: Superfície do platô moderadamente dissecado úmido, o qual apresenta dissecação em rochas cristalinas intercaladas por vales em forma de V, além da presença de Argissolos recobertos por mata úmida; e a Vertente subúmida meridional e rebordos da serra dissecados em rochas cristalinas, que apresentam quantidade significativa de pedimentos, os quais são os responsáveis pela formação da Depressão Sertaneja dissecada, além de encontrarmos, ainda, o comparecimento de morros baixos com Argissolos e Neossolos Litólicos revestidos predominantemente por mata seca e caatinga.



Mapa 4. Hipsometria do município de Guaiúba/CE.



Mapa 5. Declividade do município de Guaiúba/CE.

Em relação ao Maciço de Baturité, dentro da área de estudo, situa-se sua vertente dissecada úmida. De acordo com Bastos, Cordeiro e Silva (2017), essa unidade se localiza nos setores orientais e setentrionais do sistema ambiental citado. Em relação à sua vertente, ela possui cota altimétrica entre 200 e 650 m, com predominância de gnaisses, migmatitos e micaxistos.

Apresenta-se como um ambiente de exceção, com as seguintes características preponderantes: dissecação em formas de topos aguçados e pequenas manchas dissecadas em formas convexas, litologias cristalinas, Argissolos vermelho-amarelos eutróficos, drenagem densa de padrão dentrítico (SOUZA, 2007b; ARAÚJO, 2016).

Os altos valores de declividade já citados se apresentam como o principal fator de limitação para a ocupação, restando sua forma de uso para atividades agrícolas. Nesse ambiente, há predomínio de Argissolos revestidos por mata úmida e mata seca (BASTOS; CORDEIRO; SILVA, 2017).

Esses relevos residuais são compreendidos como ambientes de exceção, os quais são superfícies topograficamente elevadas com dimensões variadas e submetidas às influências de mesoclimas de altitude. Representam verdadeiros brejos, onde concentram boas condições ambientais e de componentes naturais nos condicionantes climáticos, pedológicos e hidrológicos (AB'SÁBER, 1974; SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

Suas melhores condições ambientais são estreitamente relacionadas à altitude e aos excedentes valores de balanço hídrico. Segundo Souza e Oliveira (2006), esses relevos interferem no comportamento local do clima, que, por sua vez, tende a comandar os processos erosivos em superfície. Essas características agem nos planos de dissecação e na geração de escoamento superficial, podendo ser encontradas evidências desses processos nos dois maciços de Guaiúba.

Esses condicionantes ambientais são ainda mais expressivos nas vertentes a barlavento. O município de Guaiúba está situado nessa feição geomorfológica dos dois maciços (Aratanha e Baturité), áreas que apresentam uma dinâmica única, o que se reflete na própria geomorfologia do ambiente, pois suas áreas são mais dissecadas e possuem maior quantidade de drenagem superficial.

Quanto mais úmida a área, como nas vertentes de barlavento e nos platôs das serras, mais profundos e estreitos são os vales, o que está atrelado ao fato de os condicionantes climáticos determinarem a formação de solos profundos, como argissolos vermelho-amarelo. Entretanto, em Guaiúba, há presença de neossolos litólico associados com áreas de índices elevados de declividade. (SOUZA *et. al.*, 2007a).

As grandes abundâncias de chuvas nesses ambientes impõem a maior permanência de escoamento superficial. Assim, há maiores chances da capacidade de escavamentos dos vales em V pelos rios. Isto faz com o relevo expresse traços mais acidentados pelos processos erosivos lineares que podem originar cristas e colinas (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

Os rios, em Guaiúba, apresentam importante papel na elaboração de feições geomorfológicas, além de sua capacidade de entalhe ser possível de formar vales em forma de V, pois eles são entalhados pela rede de drenagem e estão diretamente relacionados ao controle estrutural. Além disso, há também presença de cachoeiras, como na Figura 4, o que expressa o elevado índice de declividade e presença de afloramentos rochosos.



Figura 4. Cachoeiras no Maciço da Aratanha. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 1'46.34"S; Long = 38°39'44.58"O.

Quando esses vales se alargam em direção às áreas com maior suavização topográfica, eles propiciam a formação de planícies alveolares, as quais são recobertas por sedimentos aluviais e coluviais do Quaternário e exibem forte controle estrutural. Quando ocorre essa suavização, a diminuição do gradiente dos rios favorece a ocorrência dos processos de sedimentação, o que propicia a criação de áreas com maior alargamento de canais, justificando-se pela incisão da drenagem (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979; SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

As planícies alveolares, no município de Guaiúba, possuem boas condições ambientais, principalmente em relação aos baixos índices de declividade, aspectos hidroclimáticos, solos com fertilidade natural alta e grande potencial de oferta hídrica superficial e subterrânea. Os principais problemas encontrados são derivados das inundações periódicas e da drenagem imperfeita dos solos.

Vale destacar que esses ambientes são pouco encontrados no município, sua maior abrangência se localiza no Maciço de Baturité, em virtude de ser nesse ambiente onde se encontram áreas com maiores índices de suavização topográfica, alargamento dos vales e acumulação de sedimentos aluviais e coluviais. Os vales nesse ambiente apresentam forma de V e U, quando se alargam propiciam a formação dessas planícies (ARAÚJO, 2016).

No que se refere à Depressão Sertaneja, através do Mapa 3 nota-se que ela representa a unidade geomorfológica com maior expressividade em área de Guaiúba. Essa unidade se divide em duas, as quais apresentam as principais marcas das formas de uso e ocupação do município.

A Depressão Sertaneja representa uma superfície embutida entre os maciços cristalinos, com níveis altimétricos em torno de 50 a 200 m, com declividade expressivamente suave ondulada. Até a cota de 100 m, há predominância de topografia plana e suave ondulada, acima dos 100 m até 200 m, os valores da declividade são mais elevados, pois, nesse ambiente, prepondera uma superfície ondulada e forte ondulada.

O ambiente da Depressão Sertaneja apresenta relevo em geral plano e suave ondulado, por ser considerado uma superfície de erosão. De acordo com Ab'Saber (1969), esse fato é devido aos processos denudacionais agirem suplantarem os agradacionais, formando, assim, vastas áreas erosivas.

As flutuações climáticas e sua influência nos processos erosivos são importantes para entender a formação desses ambientes, uma vez que, nas fases de mudanças e transições de climas, o relevo expressava traços de dissecação e em outros momentos de aplainamento. Ambas as depressões do município de Guaiúba expressam essas características pretéritas.

Segundo Araújo, Moura e Souza (2017), as áreas aplainadas e dissecadas de Guaiúba, demonstram a relação direta com climas pretéritos. A semiaridez pronunciada durante o Pleistoceno gerou um esquema complexo de erosão diferencial no nordeste brasileiro, havendo, assim, aplainamento de grandes compartimentos do relevo (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

A existência da superfície pediplanada conservada significa o retorno ao clima semiárido, uma vez que, os processos de pediplanação se faziam através dos níveis de base dos maciços (SOUZA; OLIVEIRA, 2006; ARAÚJO; MOURA; SOUZA, 2017). Em fases de transição para climas úmidos, há dissecação e remoção dos depósitos anteriores formados, enquanto, em condições mais secas, houve retomada dos processos de pediplanação. O resultado dessas manifestações ocorridas no Quaternário foi um rebaixamento da extensa superfície sertaneja (AB'SABER, 1969).

De acordo com Maia, Bezerra e Claudino Sales (2010), esses relevos têm origem através de um soerguimento poligênico, ou seja, quando determinada superfície com o mesmo nível pode ter sido elaborada por diferentes processos. A partir desse evento, foram desencadeados processos de erosão, o que originou vertentes, as quais, quando submetidas à aridez, recuaram lateralmente. Esse processo, aliado à erosão diferencial, explica a formação de pedimentos nos rebordos das serras de Guaiúba, dando forma a Depressão Sertaneja aplainada e dissecada.

A Depressão Sertaneja dissecada em colinas rasas apresenta aspectos mais próximos aos condicionantes ambientais dos maciços. Nela, é possível identificar a associação de caatinga com mata seca, superfície dissecada, índices de declividade e altitude elevados em comparação à Depressão Sertaneja aplainada.

Quando há afastamento das serras, a depressão sertaneja apresenta topografia predominantemente plana e suave ondulada, exibindo-se como uma superfície pediplanada (Depressão Sertaneja aplainada), Figura 5. Em áreas onde a dissecação é mais evidente e os valores altimétricos são mais elevados, há ocorrência da Depressão Sertaneja dissecada em colinas rasas.



Figura 5. Depressão Sertaneja aplainada a suave ondulada de Guaiúba. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 4'57.58"S; Long = 38°43'0.70"O.

Essas depressões apresentam as seguintes características dominantes: grande diversidade litológica, principalmente pela ocorrência de rochas cristalinas; condições semiáridas, diretamente responsáveis pelo padrão de vegetação e do regime dos rios; aspectos climáticos e de intemperismo, causadores de alteração das rochas e solos; escoamentos difusos e concentrados; processos erosivos que chegam a truncar litologias e estruturas, os quais conduzem à geração dos pedimentos. Isso é fruto, principalmente, dos processos erosivos ocorridos no Pleistoceno (SOUZA; et al., 1979).

Embutidas na Depressão Sertaneja aplainada, estão as cristas e inselbergs, as quais se configuram como relevos pontuais e não apresentam expressividade em termos de área. Assim como os maciços, elas também são resultados dos processos de erosão diferencial por possuírem rochas mais resistentes. As cristas apresentam predominantemente neossolos litólico e vegetação de caatinga. Ambas as feições demonstram declives íngremes com classes de forte ondulação como se pode ver na Figura 6.

Essas áreas de relevo com declividade mais acentuada, além dos maciços de Baturité e Aratanha, se destacam as cristas (serrote do Baú e serrote do Bolo). Isso se constitui um dado importante, uma vez que, a declividade é considerada um fator limitante ao uso e ocupação da terra. Dessa forma, esses ambientes se encontram com boas condições de conservação (ARAÚJO; MOURA; SOUZA, 2017).

Na Depressão Sertaneja aplainada, há também planícies de inundação sazonal, que se apresentam cobertas por sedimentos colúvio-eluvial desenvolvidos no Plioquaternário. Elas são geralmente resultantes de acumulação fluvial e pluvial, sustentadas principalmente por planossolos e neossolos flúvicos. Nessa feição, pode-se perceber a grande quantidade de carnaúbas e solos impermeáveis, os quais são um dos responsáveis pelo aspecto inundável da área, fato exemplificado através da Figura 7.

Por fim, há presença das planícies fluviais e suas áreas de várzeas. Elas são formadas por áreas planas encravadas na depressão sertaneja e que resultam de acumulação

fluvial. Os principais rios e riachos que drenam o município, são: Mata Fresca, Água Verde, João Souza, Guaiúba, Baú, Mata Fresca e Quandú.



Figura 6. Crista na Depressão Sertaneja aplainada de Guaiúba. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 7'30.19"S; Long = 38°41'56.31"O.



Figura 7. Planície de Inundação Sazonal próxima a localidade de Terra Seca. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 3'2.29"S; Long = 38°38'46.18"O.

Nessas planícies, destacam-se os depósitos aluvionares, constituídos principalmente por sedimentos argilo-arenosos, cascalhos e conglomerados (SOUZA, 2000). Através da Figura 8, vê-se que elas são áreas de acumulação decorrentes da ação fluvial, constituindo, em geral, boas condições de disponibilidade hídrica e de solos.



Figura 8. Planície Fluvial e sua utilização para pecuária. Fonte: Autores (2018). Lat = 4° 4'56.22"S; Long = 38°43'5.05"O.

Elas apresentam, para a área de estudo, um sistema ambiental de grande importância, uma vez que muitas das atividades econômicas, tais como: pecuária e agricultura, são realizadas nessas unidades geomorfológicas.

Esse tipo de unidade geomorfológica apresenta considerável acumulação de sedimentos, os quais são transportados dos cursos mais altos para os mais baixos. Esse percurso, em tempos pretéritos, foi um dos principais fatores responsáveis pela ondulação da depressão sertaneja. O carregamento desses sedimentos e do regime dos cursos d'água são estreitamente relacionados ao período chuvoso, quando se promove períodos de inundações e maior oferta hídrica.

Nesse ambiente, estão localizadas áreas com as menores cotas altimétricas (Mapa 4), fato decorrente de sua capacidade de entalhe e do escavamento da depressão sertaneja. Assim, os índices de declividade (Mapa 5) também são baixos, destacando-se as classes de plano e suave ondulado. Dessa forma, a planície fluvial se destaca por normalmente apresentar áreas de terras planas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Guaiúba apresenta um quadro geomorfológico bastante diverso, como tratado ao longo da discussão, que por sua vez, denota o predomínio de três unidades, são elas: Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e as Planícies Fluviais. Nesses ambientes há diferentes tipos de relações naturais e processos de evolução diferenciados.

Nesse contexto, para alcançar os objetivos propostos, utilizou-se de vários estudos de autores locais e atrelado as discussões realizadas através dos trabalhos de campo, das produções cartográficas e da utilização de outros procedimentos operacionais, foi realizado o estudo e o alcance dos resultados. Nesse sentido, a metodologia e os procedimentos operacionais utilizados refletem esse quadro múltiplo e complexo ressaltado.

Assim, com o objetivo de contextualizar o quadro geológico e geomorfológico regional, foi realizada a discussão dos eventos tectônicos pretéritos, os quais originaram a Orogênese Brasileira apresentam grande importância para a

compreensão das unidades litoestratigráficas e, conseqüentemente, da geomorfologia de Guaiúba. Esses processos juntamente com a atuação climática, são chave para a compreensão da formação e evolução do relevo de Guaiúba.

Após a explanação desses eventos, tratou-se da caracterização das três maiores unidades geomorfológicas (Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e as Planícies Fluviais) de Guaiúba e suas subunidades, as quais compreendem: Cristas e Inselbergs, Planícies Alveolares, Planícies de Inundação Sazonal, Vertentes Úmidas, Platô dissecado Úmido e as Depressões Aplainadas e Dissecadas.

Nesse sentido, os eventos tectônicos, como os períodos de orogênese do Ciclo Brasileiro, que originaram uma importante zona de espessura crustal, com direção NE-SW, além de diversas zonas de cisalhamento, justificam a direção das falhas geológicas no município.

A orogênese do Ciclo Brasileiro e a separação dos continentes da América do Sul e da África, com posterior formação da costa litoral cearense, são essenciais para a compreensão da geomorfologia local. É importante destacar o papel do clima na evolução desses relevos, principalmente em relação aos processos de intemperismo e erosão diferencial consoante com as estruturas preexistentes. O trabalho desses agentes externos ocorreu expressivamente nas litologias mais frágeis, o que exalta a conservação das estruturas mais elevadas do município.

A contextualização do quadro geológico regional e a caracterização das feições geomorfológicas, é uma contribuição para revelar a complexa dinâmica dos ambientes de Guaiúba, além de expor a diversidade de componentes naturais formadores da paisagem. Assim, a discussão levantada, constitui-se enquanto uma das obras para conhecer e compreender a geomorfologia local.

Dessa forma, a pesquisa caminhou para a aplicabilidade teórica-metodológica, a fim de subsidiar geração de informações ambientais, as quais podem ser utilizadas para conhecer o quadro geomorfológica e geológico local, além de servir como base para um melhor planejamento e ordenamento territorial municipal e que logo, reflitam em princípios qualitativos para população local.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, n. 19, p. 1-38, 1969.

AB'SABER, Aziz Nacib. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, n. 43, p. 1-39, 1974.

ARAÚJO, Patrícia Andrade de. **Contextualização geoambiental do município de Guaiúba-CE: subsídios ao ordenamento territorial**. 2016. 114f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.

ARAÚJO, Patrícia Andrade de; MOURA, Maria Taylana Marinho; SOUZA, Marcos José Nogueira de. Bases geomorfológicas como subsídio ao ordenamento territorial do município de Guaiúba-CEARÁ. **Revista Equador**, v. 6, n. 1, p. 196-208, 2017.

ARTHAUD, Michel Henri. **Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil)**: da sedimentação à colisão continental brasileira. Brasília, 2007. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, UnB.

BARBOSA, Ana Beatriz da Silva; MAIA, Rúbson Pinheiro. Geomorfologia dos Maciços costeiros da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 3, p. 617-633, 2018.

BASTOS, Frederico de Holanda; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; SILVA, Edson Vicente da. Aspectos geoambientais e contribuições para estratégias de planejamento ambiental da Serra de Baturité/CE. **Revista da ANPEGE**, v. 13, n. 21, p. 163-198, 2017.

BRANDÃO, Ricardo de Lima. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 1998.

BRITO NEVES, Benjamim Bley de. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, p. 379-392, 1999.

CLAUDINO-SALES, Vanda. **Megageomorfologia do Estado do Ceará**: história da paisagem geomorfológica. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CLAUDINO-SALES, Vanda; PEULVAST, Jean-Pierre. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 20, p. 1-21, 2007.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia e recursos minerais da folha Baturité**. Fortaleza: CPRM, 2017.

JATOBÁ, Lucivânio. **As Mudanças Climáticas do Quaternário e suas Repercussões no Relevo do Mundo Tropical**. Recife: UFPE/DCG, 1993.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rego. Condicionamento estrutural do relevo no nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rego; CLAUDINO-SALES, Vanda. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. **Revista de Geografia**, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, p. 6-19, 2010.

MATOS, Renato Marcos Darros de. The Northeast Brazilian Rift System. **Tectonics**, v. 11, n. 4, p. 766-791, 1992.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. *et. al.* Compartimentação topográfica do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 9, n. 1, p. 77-86, 1979.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. *et. al.* **Elaboração do Plano de Manejo da APA da Serra da Aratanha**. Fortaleza, 2007a.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello da; CAVALCANTE, Tércia Correia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007b. p. 127-140.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, Luiz Cruz. *et. al.* **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 05-102.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semiárido do Nordeste brasileiro. **Mercator**, v. 5, n. 9, p. 85-102, 2006.

VINHA, Tiago Medico. NUNES, João Osvaldo Rodrigues. O uso do mapeamento geomorfológico para fins de zoneamento ambiental urbano na cidade de Álvares Machado-SP. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8, 2010, Recife. **Anais...** Recife: SINAGEO, 2010.