

DELINEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA FORMAÇÃO SERRA DOS MARTINS NO ESTADO DA PARAÍBA (BRASIL): APLANAMENTOS INICIAIS

Geomorphological Design of Serra Martins Training in the state of Paraíba (Brazil): initial institutions

Delineamiento geomorfológico de la Formación Sierra de Los Martines en el estado de la Paraíba (Brasil): aplicaciones iniciales

Ailson de Lima Marques
Universidade Federal da Paraíba
marques.ailsonl@gmail.com

Janaina Barbosa da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
j.barbosa@gmail.com

Debora Coelho Moura
Universidade Federal de Campina Grande
debgeo@hotmail.com

Danielle Gomes da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
danyl@s@hotmail.com

Resumo

A Formação Serra dos Martins (FSM) é a única sedimentação fanerozóica preservada no domo da Borborema. A presente pesquisa em caráter pioneiro tem o propósito apresentar uma síntese sobre os diversos aspectos morfoestruturais, geológicos e morfológicos das áreas remanescentes da Formação Serra dos Martins (FSM) no estado da Paraíba, especificamente no município de Areia, observados em análises de cartas topográficas e geológicas, e variáveis geomorfométricas (hipsometria; relevo sombreado e declividade). Essa Formação constitui umas das coberturas do Neógeno que perfazem a morfologia da Antéclise da Borborema. Esses testemunhos constituem um coroamento em platôs do Planalto da Borborema e Piemonte da Borborema que origina uma superfície somital com morfologia de mesetas homoclinais; sendo também caracterizada por descontinuidades decorrentes da meteorização nesses locais. A FSM tem origem na antéclise da Borborema, que se caracterizou por uma série de arqueamentos epirogenéticos lentos, que se manifestaram intensamente ao longo do Fanerozoico. Esses arqueamentos submetidos a fases de intemperismo, foram responsáveis pela formação do regolito e sedimentos correlativos dos ciclos de aplainamento e erosão que perfazem os ciclos de aplainamentos do nordeste brasileiro.

Palavras-chave: Planalto da Borborema, capeamento sedimentar, relevo residual.

Abstract

The Serra dos Martins Formation (FSM) is the only Phanerozoic sedimentation preserved in the Borborema dome. The present pioneering research has the purpose of presenting a synthesis on the various structural, geological and morphological aspects of the remaining Serra dos Martins Formation (FSM) in the state of Paraíba, specifically in the city of Areia, observed in analyzes of topographic maps and Geomorphometric variables (hypsometry, shaded relief and declivity). This formation constitutes one of the coverings of the Neogene that make up the morphology of the Anotheclise of Borborema. These testimonies constitute a crowning in plateaus of the Plateau of the Borborema and Piemonte of the Borborema that originates a somali surface with morphology of homoclinal plateaus; Being also characterized by discontinuities due to the weathering in these places. The FSM originates in the anclisis of Borborema, which was characterized by a series of slow epygenetic arching, which manifested intensely throughout the Phanerozoic. These archings subjected to weathering phases were responsible for the formation of regolith and correlative sediments of the cycles of planing and erosion that make up the cycles of planings in the Brazilian northeast.

Key words: Borborema plateau, sedimentary capping, residual relief.

Resumen

La Formación Serra dos Martins (FSM) es la única sedimentación Phanerozoic preservada en la bóveda de Borborema. La presente investigación pionera tiene el propósito de presentar una síntesis sobre los diversos aspectos estructurales, geológicos y morfológicos de la Formación Serra dos Martins (FSM) restante en el estado de Paraíba, específicamente en la ciudad de Areia, observada en los análisis de los mapas topográficos y Variables geomorfométricas (hypsometría, relieve sombrío y declive). Esta formación constituye uno de los revestimientos del Neógeno que conforman la morfología de la Anoteca de Borborema. Estos testimonios constituyen una coronación en mesetas de la meseta del Borborema y Piemonte del Borborema que origina una superficie somalí con morfología de mesetas homoclinales; También se caracteriza por discontinuidades debido a la intemperie en estos lugares. El FSM se origina en la anclisis de Borborema, que se caracterizó por una serie de arcos epigenéticos lentos, que se manifestaron intensamente en todo el Fanerozoico. Estos arcos sometidos a fases de intemperie fueron responsables de la formación de regolitos y sedimentos correlativos de los ciclos de cepillado y erosión que conforman los ciclos de alisados en el noreste de Brasil.

Palabras clave: Planalto de Borborema, caperazón sedimentaria, relieve residual.

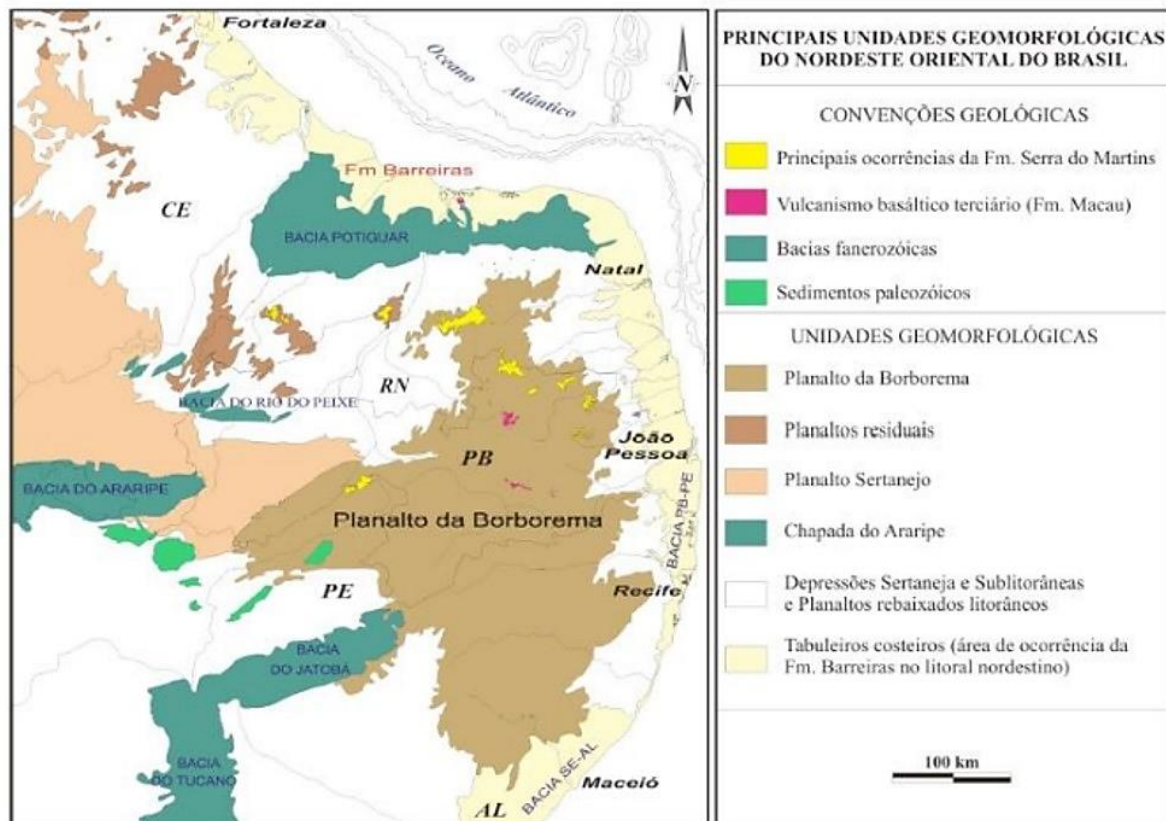
INTRODUÇÃO

A Formação Serra dos Martins (FSM) constitui umas das coberturas sedimentares do que perfazem a Antéclise do Planalto da Borborema. Esses testemunhos erosivos, constituem-se de depósitos terrígenos que recobrem, de forma discordante, platôs residuais no estado da Paraíba, nos municípios de: Areia, Araruna, Bananeiras, Cuité, Dona Inês, Solânea, Teixeira e Maturéia; e no Rio Grande do Norte, nos municípios de: Portalegre, Martins e Riacho de Santana (LIMA, 2008).

A FSM constitui-se como a única cobertura do Terciário preservado no domo da Borborema e que perfaz a Antéclise do Planalto da Borborema, constituindo-se de

remanescente capeamentos geralmente em cotas superiores a 450m em platôs residuais da Depressão Sertaneja, bem como na porção oriental do Planalto da Borborema recobrimdo morros. Se sendo então umas das principais evidências do processo de soerguimento e inversão do relevo experimentado por aquelas porções do escudo brasileiro durante o Cenozóico (MORAIS NETO, 1999).

Figura 1. Convenções geológicas/geomorfológicas do Nordeste brasileiro, com destaque para Formação Serra dos Martins em amarelo.



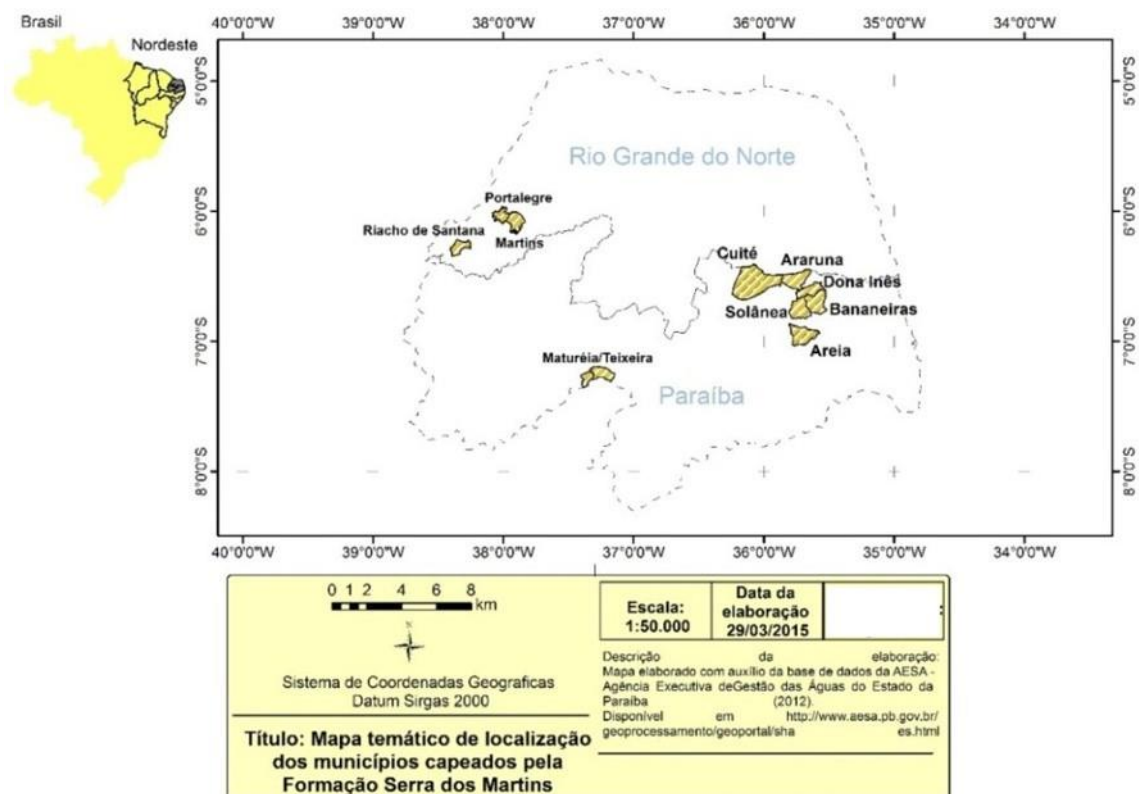
Fonte: Compilado de Moraes Neto (1999).

De acordo com Menezes (1999) as primeiras referências à FSM datam do início do século quando Crandall (1910) ao estudar o Planalto da Borborema considerou que este foi um extenso peneplano que foi alçado e dissecado guardando testemunhos de uma antiga superfície de peneplanação como capeamentos sedimentares testemunhos.

Estes capeamentos estão cartografados em mapas geológicos pioneiros da região, como o elaborado por Sopper (1913). Porém, foi Moraes (1924) que estudou sistematicamente estes depósitos. Ao estudar tais depósitos na serra homônima no Rio Grande do Norte, Moraes (1924) denominou esses litótipos de “Série Serra dos Martins, mas a frente, Mabesoone (1966), ao reavalia-los congregou seus litótipos à categoria de Formação, substituindo, a classificação como uma “Série”.

. No estado da Paraíba a FSM está presente nos municípios de Areia, Araruna, Bananeiras, Cuité, Dona Inês, Solânea, Teixeira e Maturéia; no Rio Grande do Norte, nos municípios de: Portalegre, Martins e Riacho de Santana (Figura 2), além de outras sutis ocorrências no extremo norte de Pernambuco-Paraíba.

Figura 2. Mapa temático de localização dos municípios capeados pela FSM no estado da Paraíba e Rio Grande do Norte.



Fonte: adaptado de Moraes Neto & Alkmim (2001).

Esses testemunhos foram recentemente estudados no estado do Rio Grande do Norte por Moraes Neto & Alkmim (2001), Maia et al. (2016), Souza Neto (2016), Medeiros et al. (2015), porém apesar de fazerem parte do contexto geológico e geomorfológico do estado da Paraíba, não há estudos e este se propõe a ser o pioneiro. Neste contexto são importantes decifreadores de eventos estruturais, paleoclimáticos e morfogenéticos que ocorrerem na paisagem.

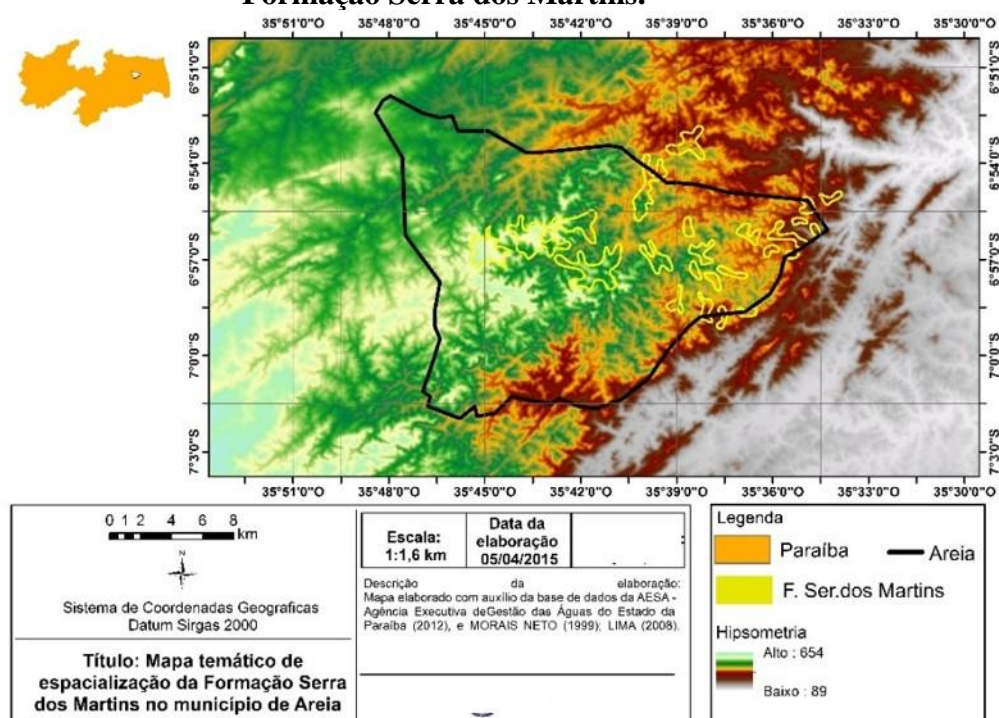
Diante desse contexto, este trabalho propõe uma aproximação investigativa das superfícies de erosão e aplainamento do Brasil, e caracterizar a FSM no estado da Paraíba, especificamente no município de Areia, com base em sua conformação morfoestrutural e morfoescultural.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

A pesquisa se compreende no município de Areia, no estado da Paraíba (Figura 3). O Município está localizado na mesorregião do Agreste e na microrregião do Brejo paraibano, numa área de 269,4 Km². Apresenta o clima “As” tropical quente e úmido (**Köppen**); a geologia da área é basicamente suítes intrusivas com capeamentos da Formação Serra dos Martins nas unidades morfoestruturais, Planalto da Borborema e Piemonte da Borborema. A hipsometria varia de 164 a 635m com relevo caracterizado por morros e vales em forma de “U” à barlavento na Bacia hidrográfica do rio Mamanguape. A vegetação é típica de brejos de altitude, com uma Floresta Estacional e manchas de caatinga arbórea-arbustiva (MARQUES et al., 2014).

Figura 3. Mapa temático de localização do município de Areia-PB e testemunhos da Formação Serra dos Martins.



Procedimentos metodológicos

Inicialmente foram realizadas apreciações e digitalizações das cartas geológicas e geomorfológicas confeccionadas pela Agência Executiva de Água da Paraíba (AESAs, 2010), e manipulados vetores e shapefiles georreferenciados no ArcGis 10.5.

Após esse processo houve a manipulação das variáveis geomorfométricas das cartas hipsometria, relevo sombreado, declividade e Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de

estudo, do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil (TOPODATA-EMBRAPA), no ArcGis 10.5.

Segundo Valeriano e Albuquerque (2015, p.1860):

O banco de dados Topodata (Brasil, 2008) foi desenvolvido para fornecer planos de informação das variáveis geomorfométricas locais básicas para pronto uso em SIG. Estes dados foram produzidos com padronização de processamento (Valeriano e Albuquerque, 2010) e de especificações técnicas (Valeriano, 2008), a partir de um refinamento unificado (Valeriano e Rossetti, 2012) dos dados SRTM (Rabus et al., 2003) disponibilizados para a América do Sul. A escala de utilização recomendada varia, em função do tipo de aplicação e de suas exigências, de 1:100.000 a 1:250.000, embora trabalhos considerem seu uso em 1:50.000, ainda que numa condição desfavorecida (Miceli et al., 2011).

A hipsometria ou altimetria é a detecção de pontos notáveis (mínimos e máximos) de transectos topográficos; o relevo sombreado da superfície produz uma estrutura com realce de canais de drenagem e divisores de água; a declividade pode ser definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal; o MDE corresponde a um modelo tridimensional da superfície (VALERIANO, 2004).

Os valores da declividade podem variar de 0° a 90°, porém pode ser expressa em porcentagem. Para essa pesquisa foi considerada a interpretação da declividade proposta por (EMBRAPA, 2006), que orienta a interpretação da superfície conforme a (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das classes de declividade conforme EMBRAPA (1999).

Classe de relevo	Declividade (%)
Plano	0 – 3
Suave-Ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte-Ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

Nesse contexto, seguindo classificações e terminologias do Manual Técnico de Geomorfologia do Brasil (MTGB/IBGE, 2012) e Florenzano (2008), houve o mapeamento geológico, e posteriormente classificação por domínio morfoestrutural (escala 1:100.000) e morfoescultural (escala 1: 50.000) baseado em (ROSS, 1990); datum: SIRGAS 2000.

No trabalho de campo, além das discussões *in loco*, foram fotografados aspectos da geologia e relevo do município especificamente dos platôs de Mata Limpa, Chã de Jardim e Central, onde a FSM apresenta maior superfície somital.

Na montagem do layout final todos os resultados foram discutidos e espacializados em mapas com a modelagem espacial do relevo. E assim, com base em revisão bibliográfica, foram discutidos e analisados dados da geológica, paisagem geomorfológica, morfologia sedimentar; epirogêneses e Antéclise da Borborema.

Dessa foram, a pesquisa passou pelos três níveis de tratamento que Ab'Saber (1969) orienta à compreensão do relevo brasileiro, foram elas: a compartimentação topográfica, caracterização e descrição das mais precisas formas de relevo; extração de informações sistemáticas da estrutura superficial da paisagem; e o entendimento dos processos morfodinâmicos e pedogênicos, assim como a compreensão da fisiologia da paisagem.

Para viabilidade da pesquisa foi usado o software ArcGIS 10.5, licenciado para o Laboratório multiusuário de Cartografia Digital, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - CADIGEOS, dos cursos de Pós-graduação do Centro de Humanidades da UFCG.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Superfícies de aplainamentos e erosão

King (1956) propôs três características intrínsecas a evolução da paisagem: a erosão, a agradação, e a tectônica. Levando-se em consideração bases da geomorfologia climática, o autor induziu a construção da noção de superfícies cíclicas, através de níveis: mais antigas; as recentes; e as intermediárias relacionadas ao Neógeno Inferior.

A geomorfologia climática se estruturou no Brasil através de pesquisas dos autores Bigarella e Ab'Saber na década de sessenta. Bigarella e Ab'Saber (1964) através da geomorfologia climática propuseram que os processos de pedimentação e pediplanação são responsáveis pela gênese da maioria das superfícies aplainadas do Brasil.

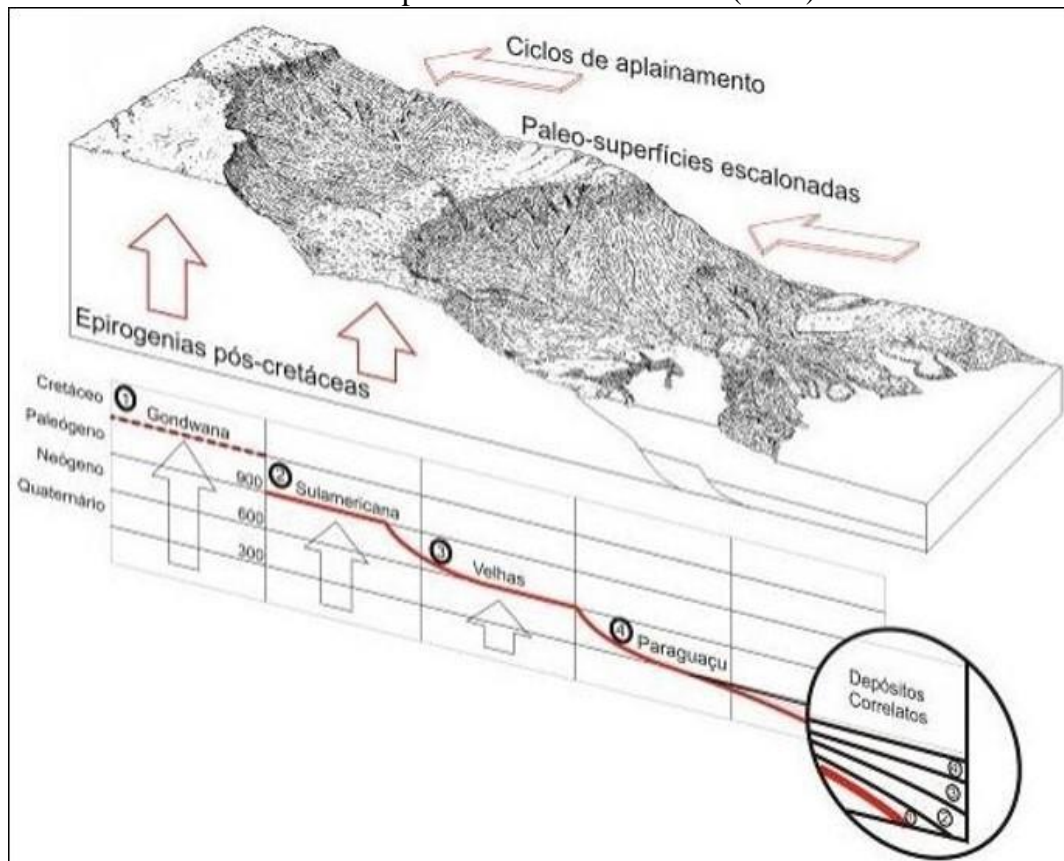
Esse modelo de evolução da paisagem, baseado na ocorrência de epirogenias pós-cretáceas seguidas por dissecação e pediplanação, conduzidas pelas fazes de glaciação e interglaciação, foi amplamente difundido em Ab'Saber e Bigarella (1961), Bigarella (1994, 2003), Andrade e Lins (1965), Mabessone e Castro (1975).

O resultado dessa complexa interação entre mudanças climáticas e processos tectônicos, são fases pedogenéticas do clima úmido, que se alternaram com fases morfogenéticas em clima seco, atrelados a chuvas violentas e esporádicas, onde vigoraram processos de pediplanação (MAIA et al., 2010).

Dessa forma, as seqüências sedimentares do Mesozóico e do Cenozóico seriam o resultado de erosão decorrente do soerguimento e, conseqüentemente, rebaixamento do nível de base regional como pode ser visualizado na (Figura 4).

Figura 4. Modelo de pediplanação e superfícies escalonadas do Nordeste Brasileiro.

Fonte: compilado de Maia e Bezerra (2009).



Ainda segundo Maia et al. (2010, p.9):

As evoluções da paisagem através da cronologia das formas topográficas foram discutidas por Bigarella e Andrade (1965). Estes trabalhos atestam os efeitos de fases semi-áridas alternadas com fases úmidas. Nas fases secas, relacionadas aos períodos glaciais e níveis marinhos baixos, ocorreriam a formação de pedimentos. Tal constatação deriva da identificação de depósitos correlatos as fases de aplainamento situados atualmente submersos. Nestas fases, os processos de pediplanação ocorreriam associados à retração das floetas e a exposição do solo formado na fase úmida anterior. O regime de chuvas esporádicas promoveria a erosão generalizada e associadas a esta os aplainamentos lateriais.

Para Corrêa et al. (2010), no Planalto da Borborema, toda essa dinâmica resultou em marcantes diferenças morfoclimáticas entre as suas escarpas orientais, expostas às

precipitações orográficas advindas da umidade trazida pelos ventos úmidos dos setores E-SE, e a vertente norte- ocidental, submetida ao clima semiárido tropical, com larga estação seca e precipitações espasmódicas de verão-outono, exacerbado pelo efeito da sombra pluvial. A leste, as escarpas são recobertas por espessos mantos de alteração; a oeste, faz-se notável a distinção litológica dos modelados de dissecação diferencial, degraus de soerguimento tectônico e extensas paleosuperfícies regionais de gênese complexa.

A FSM como testemunho das superfícies de erosão e aplainamento na Província Borborema

De acordo com Jardim de Sá et al. (2005) a evolução da Província Borborema inicia-se durante o Cenozóico; o primeiro evento de soerguimento teria ocorrido em 90 Ma ou 75 Ma (discordâncias erosivas no Turoniano Médio e no Campaniano Superior).

A epirogênese (movimentos de arqueamentos lentos) está ocorrendo na província Borborema desde o Cretáceo; as principais estruturas desses eventos são: o Planalto da Borborema com o Piemonte da Borborema, a Depressão Sertaneja, a Chapada do Araripe, e os platôs, anteriormente assentados na superfície que soergueu (MABESSONE e CASTRO, 1975).

Nesse contexto, segundo Morais Neto et al. (2009), na gênese do Planalto da Borborema estão episódios de soerguimento pós-cretáceo com idades que vão de 100 até 20 milhões de anos, além disso, o contexto da província Borborema não é apenas resultado de um aplainamento que vem desde a última orogênese Brasileira (650-480 milhões de anos), mas também de maciços residuais que foram soerguidos junto ao domo que originou o Planalto da Borborema, no Cenozóico.

Nesse contexto, o Planalto da Borborema ou maciço da Borborema corresponde ao conjunto de terras altas que se distribuem ao longo da fachada do Nordeste oriental do Brasil, ao norte do rio São Francisco, com cotas de 200 a 1200m, tendo sua gênese epirogênica associada à fragmentação da Pangeia e ao magmatismo intraplaca atuante ao longo do Cenozoico (CORREA et al., 2010; MAIA et al., 2014).

Segundo Oliveira (2008), fases de intemperismo e de aplainamentos na superfície do Planalto da Borborema possibilitaram a sedimentação da FSM, de origem fluvial, cuja deposição provavelmente ocorreu após 70 Ma (Pós-campaniano até o Paleoceno ou Eoceno). Um soerguimento seguinte, possivelmente elevou a superfície da Borborema e com ela os sedimentos da FSM as altitudes atuais de até 920m.

Ainda segundo o autor, em consequência, se iniciou um novo aplainamento, denominado Cariris Velhos, atualmente exposto em patamares de cotas entre 200-420m no

estado da Paraíba. Esse aplainamento resultou na dissecação da FSM, cujos testemunhos originaram os depositados em nos topos de platôs atuais, interpostos a rochas magmáticas (desde o Oligoceno até o Mioceno).

Maia et al. (2016, p. 276), corrobora com esta discussão:

Atualmente, a partir de dados de traços de fissão em apatita (AFTA), Morais Neto et al. (2008) sugere que a FSM foi depositada entre 64 e 25Ma (intervalo Paleoceno – Oligoceno). Já as idades propostas por Lima (2008) através do método (U-Th)/He, obtidas nas amostras de óxidos/ hidróxidos de ferro provenientes dos platôs da FSM indicam uma idade mínima de 20Ma para a deposição dos sedimentos desta formação. Corrobora com essas idades o trabalho de Luz et al. (2015) ao sugerir que denudação pós-cretácea do maciço da Borborema teria fornecido os arenitos e conglomerados paleógenos onde encontra-se as unidades sedimentares da FSM.

Nesse contexto, os processos erosivos que caracterizam a FSM são do Oligoceno, especificamente nas etapas da sedimentação mais recentes da chamada “Antéclise da Borborema”. Nesta fase houve movimentos de arqueamentos epirogenéticos lentos, atuantes desde o Paleozoico, que se manifestaram mais intensamente ao longo do Fanerozoico, que foram submetidos às fases de intemperismo, responsáveis pela formação de regolito e sedimentos correlativos de ciclos de aplainamentos. Essa discussão corrobora com a de Ab’Sáber (1998) e Lima (2008), e converge nos argumentos contidos em Corrêa et al. (2010), segundo os autores:

Não há sedimentação fanerozóica preservada no domo da Borborema, com exceção de suas margens, onde ocorre de forma assimétrica e extremamente descontínua. A leste do planalto, área mais deformada pelo “rifteamento e posterior flexura”, a única cobertura sedimentar remanescente que pode servir de marcador estratigráfico é a Formação Serra dos Martins (PB/RN), com remanescentes tabulares delgados, que se elevam sobre as bordas da superfície geral do planalto [...] provavelmente marcando um primeiro nível de base regional pós-rifte, a nordeste do planalto atual (p.49).

Ainda, segundo Corrêa et al. (2010), o uso do conceito de Antéclise permite diferenciar que há um núcleo cristalino elevado do seu entorno rebaixado; para o Planalto da Borborema enquadra-se assim, o contexto das superfícies cíclicas de King (1956); ou então inversão do relevo, como proposto por Maia et al. (2010; 2014; 2016).

A inversão do relevo pode ser entendida como um processo de elevação regional acompanhado de um rebaixamento. Na maioria das vezes a área soerguida que outrora

formava um vale com má drenagem passa a ser topo (bem drenado), resultando numa superfície coroada por um cinturão de ferro mais resistentes à erosão que a litologia das áreas circunjacentes (PAIN e OLLIER, 1995). Moraes Neto e Alkmim (2001) corroboram esses resultados, uma vez que ao estudar a FSM constataram que:

É constituída por sedimentos siliciclásticos de granulação grossa a conglomerática, por vezes brechóide, podendo ocorrer arenitos finos a médios e intercalações de níveis siltico-argilosos. São texturalmente imaturos, com arcabouço constituído por grãos e seixos de quartzo subangulosos, dispersos numa matriz argilosa, via de regra caulinizada. Sua espessura varia de 5 a 60 metros, com média na faixa de 25-30 metros. As associações faciológicas e as características petrográficas apontam para deposição em ambiente fluvial, provavelmente dominado por leques aluviais (p.97).

No nordeste brasileiro, vários trabalhos atestam os efeitos dos processos de inversão do relevo, sejam de ênfase estrutural a partir da análise da resposta no relevo às reativações tectônicas, sejam enfatizando o papel exercido pela erosão diferencial do embasamento.

Esta compreensão para paisagem enquadra-se na perspectiva geomorfológica regional discutida em Domingues (1961); Mabessone & Castro (1975); Ab'Sáber (1998); Lima (2008) e Corrêa et al. (2010) de Antéclise rejuvenescida. Para Corrêa et al. (2010, p.38):

No caso do Planalto da Borborema, o uso do conceito de antéclise permite-nos diferenciar o núcleo cristalino elevado do seu entorno rebaixado. O planalto enquadra-se assim dentro do contexto das antéclises metamórficas rejuvenescidas, como proposto por TRICART (1974). Na perspectiva regional, a proposta terminológica de “antéclise rejuvenescida” se justifica ainda pelo aspecto grosseiramente dômico do Planalto da Borborema, balizado por quase todos os quadrantes por remanescentes de bacias sedimentares fanerozóicas igualmente soerguidas.

Aspectos estruturais da FSM no município de Areia (PB)

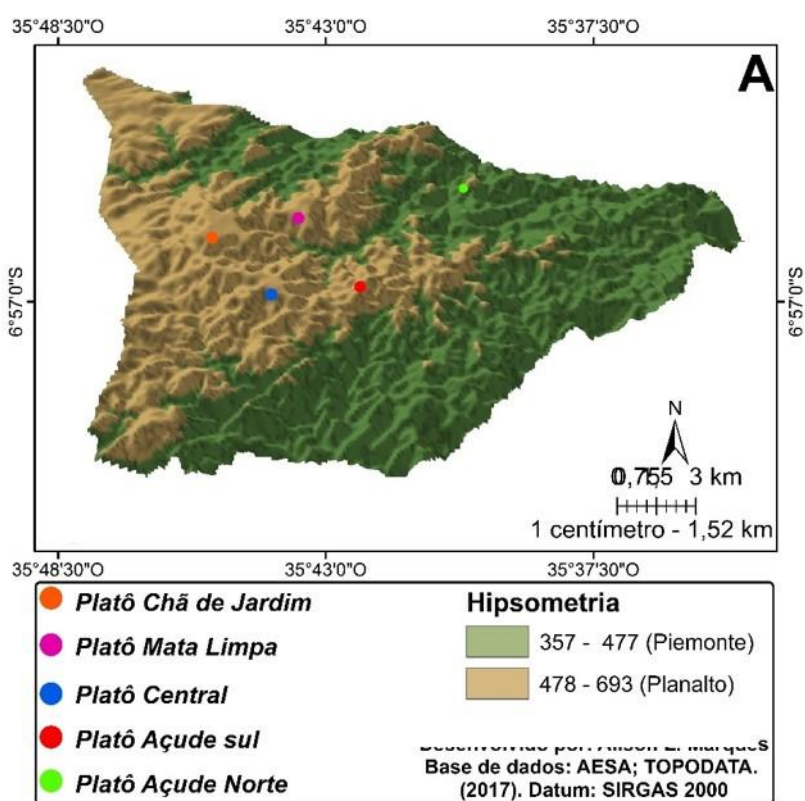
A FSM no município de Areia está registrada de forma descontínua recobrando platôs de 450-650m de altitude das morfoestruturas Planalto da Borborema e do Piemonte da Borborema (Figura 5).

No Planalto da Borborema há predomínio de uma paisagem sob controle tectônico de planos alçados e inclinados para (SE), topograficamente forte-ondulado a montanhoso, que apresenta dissecação sob climas úmidos, e controlada por linhas de fraturas. Estas linhas são

registradas nos interflúvios dos platôs residuais alçados e dissecados em concordância com os falhamentos.

O Piemonte é a morfoestrutura do contato entre a encosta do Planalto da Borborema e os patamares dos Baixos Planaltos Costeiros (Leste), formado a partir da tectônica originada na Antéclise da Borborema, há configuração de mar de morros.

Figura 5. Espacialização da ocorrência da FSM no município de Areia-PB.



Há dezoito platôs com estes remanescentes distribuídos no setor NE do município, porém nessa pesquisa foram considerados os mais singulares (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição dos platôs com remanescentes da FSM no município de Areia (PB).

Platôs	Área km ²	Unidades estruturais	Coordenadas geográficas	
Mata Limpa	5,2	Planalto da Borborema	6°56'0.48" S	35°42'35.29"O
Central	4,1	Planalto da Borborema	6°57'23.13"S	35°41'37.31"O
Açude norte	2,9	Piemonte da Borborema	6°55'5.24"S	35°40'4.82"O
Açude sul	1,3	Planalto da Borborema	6°57'4.99"S	35°39'36.74"O

Chã de Jardim	7,5	Planalto da Borborema	6°57'28.44"S	35°44'31.35"O
---------------	-----	-----------------------	--------------	---------------

Nestes platôs que são divisores de águas, a FSM, outrora sedimentos siliclásticos, formados principalmente quartzo-arenitos, arenitos conglomeráticos, arenitos grossos a finos e siltico-argilosos, constituídos por grãos e seixos subangulosas de quartzo mono e policristalinos, sustentado por uma matriz e cimentados pela caulinita, sílica ou óxidos de ferro; evoluíram para um espesso manto de alteração que passou por intensa Latossolização, originando Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos-Amarelos assentados sobre o embasamento cristalino de granito e ora gnaisse.

Paisagem semelhante foram identificadas e discutidas em Santos (2015) e Medeiros (2016), além de Maia et al. (2014;2016), em estudos semelhantes que avaliaram as superfícies originárias da FSM no estado do Rio Grande do Norte, especificamente nos platôs de Martins e Portalegre.

Moraes Neto e Alkmim (2001), corroboram essa compreensão de evolução da paisagem. Segundo os autores, os capeamentos sedimentares dessas serras são constituídos por depósitos continentais que deram origem a formas de relevo típicas de "platôs", tais como mesetas.

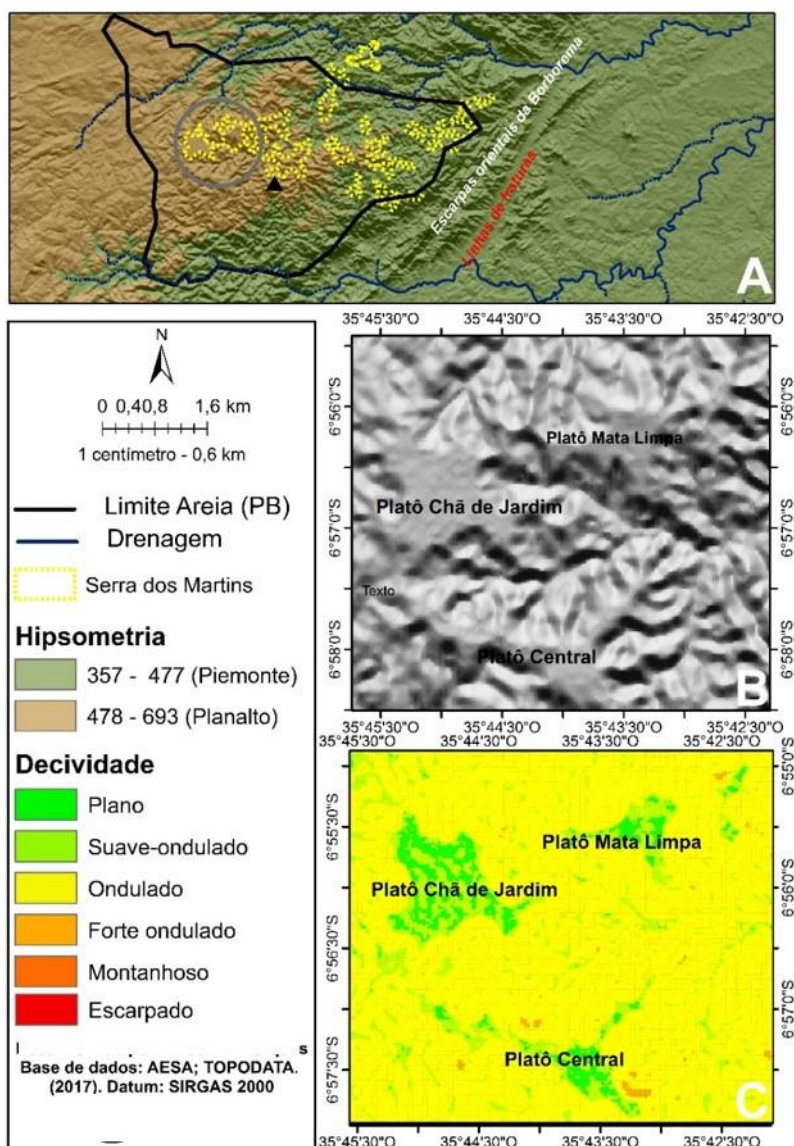
Ainda segundo os autores, sob as coberturas sedimentares, o topo do embasamento cristalino preserva evidências de um intenso processo de caulinição. Além disso, em todas as serras estudadas, observa-se um front de silicificação que afeta, indistintamente, tanto o topo do embasamento quanto os sedimentos.

Aspectos morfoclimáticos da FSM no município de Areia (PB)

A configuração escultural dos platôs capeados apresenta morfologia de mesetas homoclinais (Figura 6), que tem sua gênese no processo de inversão do relevo e formação de uma crosta laterítica mais resistente.

Tais constatações podem ser verificadas ao analisar os platôs: Mata Limpa (670m), localizado no distrito de Mata Limpa; Chã de Jardim (640m), localizado na porção Oeste; e Central (620), onde se localiza o sítio urbano, através da hipsometria (Figura 6:A), relevo sombreado (Figura 6:B) e declividade (Figura 6:C), é possível observar uma superfície somital planar (típica de mesetas de mergulho homoclinal), permeadas por bordas com declividade ondulada a montanhosa orientadas pela drenagem.

Figura 6. Aspectos topográficos da FSM em Areia (PB).



Fonte: os autores (2017).

As observações do trabalho de campo, permitiram constatar e construir o esquema (Figura 7), que trata da posição e morfologia FSM no município. Nos platôs testemunhos no Planalto da Borborema, ocorre como um manto Latossolico superficial até de 3 m de profundidade, seguido por uma cobertura laterítica siliclástica (plintita; petroplintita) até os 25-30m.

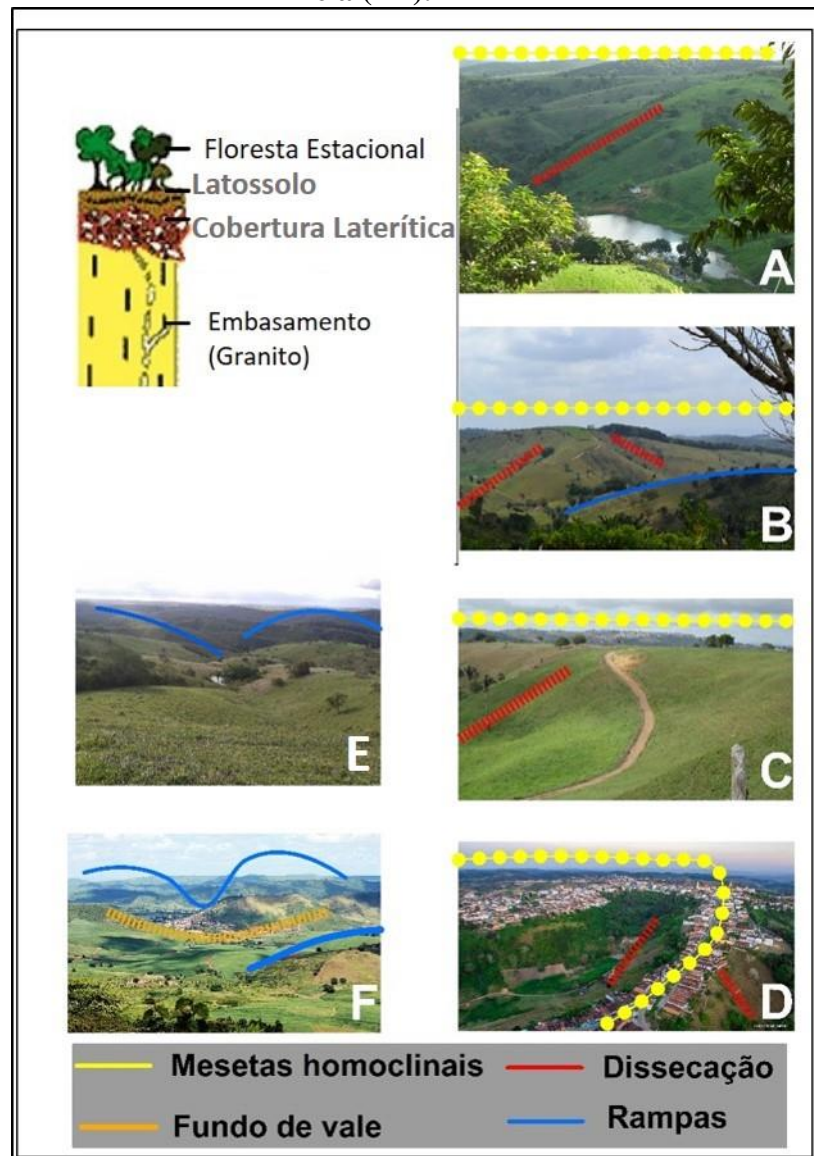
Nas (Figura 7:A;B;C) é possível observar morros com topos formando mesetas homoclinais, além do depósito coluvial nas encosta formando um vale em forma de “U”; Já na (Figura 7:D) é possível observar o sitio urbano do município situado no Platô Central, onde a área urbana segue a meseta homoclinal permeada por um vale do lado esquerdo e direito.

No Piemonte, ocorre como rampas pedimentadas (Figura 7: E), além de depósitos colúvio- aluviais (Figura 7:F), associados aos canais de drenagem da bacia do rio

Mamanguape. O Piemonte também forma os “mares de morros” da Paraíba, que é uma morfoescultura, que se caracteriza por morros dissecados orientados pela drenagem.

Nesse contexto, ambas características permitiram o desenvolvimento de uma paisagem de brejo de altitude, preconizada pelo isolamento geográfico no barlavento da face oriental da Borborema; e manutenção de uma floresta Estacional.

Figura 7. Aspectos da paisagem do Planalto da Borborema e Piemonte da Borborema em Areia (PB).



Esses resultados também corroboram com os de Barros (1998); Santos (2015) e Maia et al. (2016), em similares estudos da FSM. Segundo Barros (1998, p.39), a FSM ocorre como:

[...] pequenas ilhas isoladas no interior da Paraíba e Rio Grande do Norte, que apresentam depósitos de espessura e

extensão variáveis apresentando-se, em alguns casos, como uma fina camada, fato este atribuído a intensidade de lixiviação e erosão a que foram expostos. A formação seria constituída por rochas areno-argilosas com cores variando de esbranquiçadas a vermelhadas, caulinizadas na base, quando em contato com as rochas do embasamento, desta forma, pode-se facilmente confundir a unidade mais inferior do pacote sedimentar com o manto de intemperismo das unidades cristalinas. Os mesmos autores descrevem ainda zonas silicificadas, nos arenitos grossos, e bancos de siltito variado (de cor creme e marrom escuro), silicificadas ou não, com intercalações de folheto e conglomerados.

De acordo com Santos (2015), o relevo com a FSM no Rio Grande do Norte apresenta-se como platô estrutural plano a levemente ondulado em forma de mesa, meseta e chapada com a presença de capeamento sedimentar elevado, que, por sua vez, é caracterizado pelo topo tipicamente tabular, determinado através das curvas de níveis que variam em torno de 600 a 730 metros, com alguns topos podendo chegar próximo ao patamar de 800 metros.

Maia et al. (2016) corroboram com Santos (2015) e indicam que ambos os maciços que se apresentam parcialmente recobertos por arenitos laterizados da FSM, do ponto de vista geomorfológico, ocorrem como chapadas com escarpas abruptas e contornos irregulares.

CONCLUSÕES

Os arqueamentos epirogenéticos da Antéclise da Borborema, foram responsáveis por alçamentos e inversão do relevo, que vieram a configurar a paisagem morfoescultural da FSM, formada por uma superfície somital preservada que mantém mesetas homoclinais nos platôs.

Os platôs Chá de Jardim, Mata Limpa e Central dispostos nos maciços residuais do Planalto da Borborema mantem as mesetas homoclinais e bordas dissecadas, devido a superfície somital estar atrelada ao coroamento que condiciona altos topográficos, conservados por uma litologia siliclástica resistente, mas direcionados a um modelado de dissecação homogênea. Assim, esses dois fatores contribuíram para a erosão diferencial, assim como manutenção do relevo.

O pacote sedimentar da FSM, evolui para uma cobertura leterítica que vem sendo destruída formando Latossolos na subsuperfície, especificamente os Latossolos Vermelho-Amarelos eutróficos plínticos, seguido pela crosta laterítica.

No Piemonte da Borborema, devido as características da morfotectônicas dessa paisagem, a FSM nas rampas pedimentadas e depósitos colúvio-aluviais, favorece o desenvolvimento de solos de deposição, como os Cambissolos e Gleissolos do município.

A complexidade evolutiva das características geológicas (FSM e suítes) e geomorfológicas (platôs residuais) da paisagem do município, atuantes desde o Fanerozoico (últimos 542 milhões de anos), atreladas ao posicionamento geográfico e aos impulsos climáticos globais durante as glaciações e interglaciações do Pleistoceno (últimos 2 milhões de anos), acarretaram desenvolvimento pedogenético (Holoceno) e isolamento geográfico e manutenção de massas florestais úmidas nos platôs capeados, assim como, a manutenção dessa paisagem que veio a ser chamada de brejos de altitude, explicados pela Teoria dos Redutos.

Toda essa complexidade interposta a paisagem do município traz luz para aprofundamentos, assim como corrobora para o conhecimento dessa superfície de aplainamento do Planalto da Borborema.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER A.N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *IGEOP-USP, Bol. Geomorfologia*, N.18, 1969

AB'SÁBER, A.N. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro - considerações finais e conclusões. *Rev. Inst. Geol.* v.19 n.1-2 São Paulo, 1998.

AB'SÁBER, A.N; BIGARELLA, J.J. Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Mar. *Boletim Paranaense de Geografia* n.4/5 p94-110, 1961.

AB'SÁBER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. *IGEOP-USP, Bol. Geomorfologia*, SP, n 19, 38p, 1969.

ANDRADE G.O; LINS R. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra*, Recife (3-4): 11-28, 1965.

ANGELIM, L.A.A., MEDEIROS, V.C., NESI, J.R. 2006. Programa Geologia do Brasil - PGB. Projeto Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte*. Escala 1:500.000. Recife: CPRM/FAPERN, 2006.

BARBOSA, A.L.M. Síntese da evolução geotectônica da América do Sul. *Boletim do Instituto de Geologia/Escola de Minas*, 1: 91-111, 1966.

BIGARELLA, J. J. *Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais*. v.1. Florianópolis: Ed. UFSC. 1994.

BIGARELLA, J. J. *Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais*. v.3. Florianópolis: Ed. UFSC. 2003

CORRÊA, A. C.B.; TAVARES, B. A.C.; MONTEIRO, K.A.; CAVALCANTI, L.C.S.; LIRA, D.R. Geomorfologia e morfoestrutura do planalto da Borborema. *Revista do Instituto Geológico*. São Paulo, n. 31, p. 35-52, 2010.

CORRÊA, A.C.B. *Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil*. 2001. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, UNESP, Rio Claro, 2001. 386p.

CORRÊA, A.C.B.; MENDES, I. A. O problema das superfícies de erosão: novas abordagens conceituais e metodológicas. *Revista de Geografia DCG/UFPE*. v. 18, n. 2, p. 70-86, 2003.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Diagnóstico dos municípios do estado de Paraíba*. BRASIL/MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea do estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DOMINGUES, A.J.P. Aspectos físicos do Meio Norte e do Nordeste. In: IBGE. *Paisagens do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1961 p.171-182.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*. 18:2,147-265, 1956.

JARDIM DE SÁ, E.F.; MATOS, R.M.D.; MORAIS NETO, J.M.; SAADI, A.; PESSOA NETO, O.C. Epirogenia cenozóica na Província Borborema: síntese e discussão sobre os modelos de deformação associados. In: VII SIMP. NAC. EST. TECT., *Anais...* Lençóis-BA, 1999. 58-61.

LIMA, M.G. *A história do intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Tese de Doutorado (Geodinâmica e Geofísica), 2008. 250p.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F.H.R.; VANDA, C. Vales Fluviais do NE: Considerações Geomorfológicas. *Okara: Geografia em Debate (UFPB)*, v. 2009-1, p. 05-20, 2009.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F.H.R.; VANDA, C. Geomorfologia do Nordeste: Concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 27, p. 2010.

- MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. *Mercator (UFC)*, v. 13, p. 127-141, 2014.
- MAIA, RUBSON P.; BETARD, F. ; BEZERRA, F. H. R. . Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins - NE Do Brasil: inversão do relevo em análise. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, p. 273-285, 2016.
- MARQUES, A.L.; SILVA, J.B; SILVA, D.G. Refúgios úmidos do semiárido: um estudo sobre o brejo de altitude de Areia-PB. *Revista Geotemas*. V.4, n.2. P.17-31, 2014.
- IBGE/MANUAL TÉCNICO DE GEOMORFOLOGIA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- MABESOONE, J. M.; CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste Brasileiro. *Boletim do Núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia*. Recife, 3: 5-35, 1975.
- MEDEIROS, J.F. *Da análise sistêmica à Serra de Martins: Contribuição teórico-metodológica aos Brejos de Altitude*. Tese (Doutorado em Pós Graduação Em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.
- MENEZES, M. R. *Estudos sedimentológicos e o contexto estrutural da Formação Serra dos Martins nos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Dissertação Geodinâmica e Geofísica (Mestrado), 174p. 1999
- MORAIS NETO, J. M. & ALKMIM, F. F. A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. *Revista brasileira de Geociências*. São Paulo. 31(1), p.95-106, 2001.
- PAIN, C.F., OLLIER, C.D. *Inversion of relief - a component of landscape evolution*. *Geomorphology*. 12. 151-165, 1995.
- OLIVEIRA, R.G. *Arcabouço geofísico, isostasia e causas do magmatismo Cenozóico da Província Borborema e de sua margem continental (Nordeste do Brasil)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 411 p. 2008.
- ROSS, J.L.S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1990.
- SANTOS, R.C.V. *Compartimentação morfoestrutural da Serra dos Martins – RN*. Trabalho de conclusão do curso de graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.
- SILVA, D.G.; CORRÊA, A. C. B. Evolução paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Pernambuco - Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife PE. v. 2, p. 43-56, 2009

SOUZA NETO, L. T.; GRÍGIO, A. M.; CARVALHO, R. G . Compartimentação das unidades geomorfológicas do município de Portalegre, Rio Grande do Norte. *Boletim de Geografia (Online)* , v. 34, p. 23-41, 2016.

MORAIS NETO, J. M. & ALKMIM, F. F. A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico. *Revista brasileira de Geociências*. São Paulo. 31(1), p.95-106, 2001.

VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. Derivação de Modelos Digitais de Elevação (MDE) em coordenadas geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2015. p. 1860-1867.

VALERIANO, M. M. *Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul*. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550- RPQ/756). 72p. 2004.