



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 6, n° 1 (2020)

<https://dx.doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n1ID20033>



MAPEAMENTO E ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DO MACIÇO DE JOÃO DO VALE (RN-PB)

George Pereira de Oliveira¹; Diogo Bernardino Santos de Medeiros²; Clístenes Teixeira Batista³

¹Doutorando em Geografia. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-8945>.

Email: georgegeotec15@gmail.com

²Mestre em Geografia. Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Caicó/RN, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3542-0449>.

Email: diogo-bernardino@hotmail.com

³Doutor em Geologia. ENVI & TEC, Fortaleza/CE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4095-6966>.

Email: clistenes.batista@gmail.com

Resumo

Na Província Borborema, diversos maciços capeados por arenitos cenozoicos alçados a cotas de cerca de 750 m de altitude são apontados como indicadores de atividade neotectônica. Dentre esses maciços, a Serra de João do Vale permanece como o mais desprovido de estudos. O estudo dos lineamentos estruturais na área é importante para a identificação de pistas sobre o atual quadro morfoestrutural da Serra de João do Vale herdado de movimentações tectônicas cenozoicas. Sabendo-se disso, objetivou-se neste trabalho apresentar um mapeamento morfoestrutural para o referido maciço, baseado nas relações em superfície entre os lineamentos estruturais, os litotipos predominantes e as amplitudes topográficas relativas locais. Para conseguir isso se fez uso de técnicas de sensoriamento remoto. Identificou-se a ocorrência de oito compartimentos morfoestruturais. Espera-se que este trabalho seja um passo intermediário para futuros trabalhos na região mais aprofundados no quadro.

Palavras-chave: Maciço de João do Vale; Lineamentos; Mapeamento Morfoestrutural.

MAPPING AND MORPHOSSTRUCTURAL ANALYSIS OF THE JOÃO DO VALE MASSIF (RN-PB)

Abstract

In the Borborema Province, several massifs covered by cenozoic sandstones raised to elevations of about 750 m are indicated as indicators of neotectonic activity. Among these massifs, the Serra do João do Vale remains the most devoid of studies. The study of structural lines in the area is important for the identification of clues about the current morphostructural picture of Serra de João do Vale inherited from cenozoic tectonic movements. Knowing this, the objective of this work was to present a morphostructural mapping for the referred massif, based on the surface relationships between the structural lineaments, the predominant lithotypes and the local topographic amplitudes. To achieve this, remote sensing techniques were used. The occurrence of eight morphostructural compartments was identified. It is hoped that this work will be the intermediate step for future work in the region that is more in-depth.

Keywords: Massif of João do Vale. Lineaments. Morphostructural mapping.

MAPEO Y ANÁLISIS MORFOESTRUTURAL DE LA MACIZO JOÃO DO VALE (RN-PB)

Resumen

En la Provincia de Borborema, varios macizos cubiertos por areniscas cenozoicas elevadas a elevaciones de aproximadamente 750 m están indicados como indicadores de actividad neotectónica. Entre estos macizos, la Serra do João do Vale sigue siendo la más desprovista de estudios. El estudio de las líneas estructurales en el área es importante para la identificación de pistas sobre la imagen morfoestructural actual de la Serra de João do Vale heredada de los movimientos tectónicos cenozoicos. Sabiendo esto, el objetivo de este trabajo fue presentar un mapeo morfoestructural para el macizo referido, basado en las relaciones superficiales entre los lineamientos estructurales, los litotipos predominantes y las amplitudes topográficas locales. Para lograr esto, se utilizaron técnicas de teledetección. Se identificó la aparición de ocho compartimentos morfoestructurales. Se espera que este trabajo sea el paso intermedio para el trabajo futuro en la región que es más profundo.

Palabras-clave: Macizo de João do Vale; Lineaments; Mapeo Morfoestructural.

1. INTRODUÇÃO

A província Borborema, Nordeste setentrional do Brasil, apresenta uma ampla variedade de feições geomorfológicas indicadoras da atuação de eventos tectônicos cenozoicos, como episódios de epirogênese e magmatismo. Ao longo de grande parte século XX, nos primórdios da Geomorfologia brasileira, os trabalhos clássicos (KING, 1956, AB'SÁBER, 1969) negligenciaram essas feições, subestimando o papel da tectônica recente e baseando-se apenas na ideia de ciclicidade da evolução do relevo devido à alternância de eventos climáticos globais.

Por se situar no interior da Plataforma Sul-americana, longe dos limites de placas tectônicas, prevaleceu por muito tempo a ideia de que a Província Borborema, além de outras grandes províncias geológicas brasileiras, era totalmente estável. Contudo, com o desenvolvimento da teoria moderna da Tectônica Global, torna-se inconcebível a existência de porções da litosfera terrestre dotadas de absoluta estabilidade tectônica (SAADI, 1998), necessitando a Geomorfologia assimilar tais avanços para poder explicar a origem e evolução das formas de relevo de uma maneira mais próxima da realidade.

Baseando-se nos pressupostos mencionados acima, foram desenvolvidos nos primeiros anos do século XXI importantes trabalhos que tentam explicar a gênese dos principais compartimentos do relevo do Nordeste setentrional a partir da óptica integradora das abordagens morfoclimática, morfoestrutural e morfotectônica, destacando-se os trabalhos de Peulvast e Claudino-Sales (2004), Bezerra et al. (2008), Gurgel et al. (2013); Maia e Bezerra (2011; 2012; 2014), Tavares et al. (2014), Tavares (2015), dentre outros. Além de mostrarem a importância dos eventos tectônicos pretéritos na construção dos compartimentos geomorfológicos, estes autores evidenciam o papel da atividade tectônica pós-rifte como condicionante de importantes processos morfogenéticos atuais.

Apesar dos consideráveis avanços, diversas feições estruturais do relevo do Nordeste setentrional ainda permanecem com carência de estudos consistentes. Dentre essas, pode-se citar os maciços cristalinos capeados pelos sedimentos de idade relativamente recente da Formação Serra do Martins (FSM) (arenitos conglomeráticos), que se distribuem pontualmente entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Como exemplos destes têm-se as Serras de Martins-Portalegre, Santana, Araruna, Solânea-Bananeiras, dentre outras.

Devido às elevadas cotas nas quais esses maciços estão alçados e a idade relativamente recente do capeamento sedimentar (Paleógeno-Neógeno), essas feições são apontadas como nítidos indicadores da ocorrência de epirogenias cenozoicas na província Borborema (MORAIS NETO; ALKMIN, 2001). Apesar de escassos, tem-se a existência de alguns trabalhos que tentam dar pistas sobre a origem destes maciços. Dentre estes, destacam-se os trabalhos de Barros (1998), Menezes (1999), Moraes e Alkmin (2001), Moraes Neto et al. (2009), Oliveira e Medeiros (2012), Maia, Bétard e Bezerra (2016) e Oliveira, Tavares e Corrêa (2019). Juntos, estes trabalhos abarcam a maioria das ocorrências conhecidas. Contudo, no limite entre o norte paraibano e o sul potiguar, a Serra de João do Vale ainda permanece com uma lacuna, não havendo meia dúzia de estudos científicos, sejam eles geológicos ou geomorfológicos, que

tenham explicar o seu contexto de formação e a importância da atividade neotectônica para a estruturação do relevo local.

Levando-se em consideração o exposto até aqui, procura-se neste trabalho executar o mapeamento morfoestrutural preliminar da Serra de João do Vale (limite PB-RN), baseada na identificação espacial dos principais lineamentos estruturais e feições que evidenciem os regimes tectônicos pretéritos ou atuais, a fim de que essa possa futuramente subsidiar estudos mais aprofundados na área. Procura-se com isso sanar um pouco a carência de estudos sobre o referido maciço e chamar a atenção da comunidade geomorfológica para a necessidade de estudos nesta região, tendo em vista a complexidade morfoestrutural e morfotectônica da mesma.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, realizou-se inicialmente um levantamento bibliográfico e cartográfico referente à área de estudo. Buscou-se com isso, além de trabalhos com temática semelhante, dados geológicos e altimétricos que pudessem subsidiar o mapeamento aqui proposto. Os dados geológicos utilizados são referentes aos mapas geológicos dos estados da Paraíba (SANTOS; FERREIRA; SILVA JR, 2002) e do Rio Grande do Norte (ANGELIM; NESI; MEDEIROS, 2006), ambos em escala de 1:500.000.

Para a mensuração de dados morfométricos fez-se uso de imagens de radar interferométrico da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da NASA (National Aeronautics and Space Administration), refinados pelo projeto TOPODATA do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), especificamente das folhas 05S375 e 06S375. Após a elaboração do mosaico das imagens de radar e recorte da área de estudo, os dados SRTM foram plotados no software ENVI 4.4 e foram aplicados sobre estes filtros direcionais do tipo Kernel 5 X 5 em diferentes azimutes (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°). As imagens *outputs* foram salvas em formato GeoTiff e, sobre elas, foram vetorizados os lineamentos estruturais em formato shapefile (.shp). A partir do software Spring 5.3 elaborou-se os diagramas de roseta para a identificação dos *trends* estruturais predominantes.

Buscou-se com isso destacar os lineamentos estruturais de diferentes direções que ocorrem na região, entendendo-se “lineamentos” como feições lineares de superfície passíveis de mapeamento, podendo ser simples ou compostas, que se alinham em uma relação retilínea ou ligeiramente curvilínea e diferem das características padrões das áreas adjacentes, refletindo um fenômeno de subsuperfície (O’LEARY; FRIEDMAN; POHN, 1976). Os filtros direcionais promovem o ressaltado das estruturas lineares que se encontram em direção paralela à direção do filtro, e a importância da aplicação desse recurso consiste em quantificar e qualificar as estruturas lineares estruturais, como fraturas, juntas, falhas, cristas e vales, que são elementos essenciais ao mapeamento morfoestrutural.

Além dos lineamentos estruturais, outro elemento geomórfico de vital importância para a compreensão da evolução da paisagem são os *knickpoints*, quebras de patamar ao longo do perfil longitudinal de canais fluviais. Para identifica-los, utilizou-se o Índice de Hack (IH) (HACK, 1973) ou Relação Declividade-Extensão (RDE) (ETCHEBEHERE et al., 2004). Todos os

precedimentos foram realizados em ambiente SIG (ArcGIS 10.3), a partir da extensão *Knickpointfinder* (QUEIROZ; SALAMUNI; NASCIMENTO, 2015).

A fórmula para cálculo do IHtrecho é descrita abaixo:

$$IH_{trecho} = (\Delta h / \Delta l) * L$$

onde Δh é a diferença entre as cotas altimétricas analisadas; Δh é a distância em linha reta entre as isoípsas; e L é o trecho efetivo do canal desde a sua nascente até o trecho em que se quer calcular o IH.

A partir do IHtrecho procedeu-se com a extração do IHtotal do trecho total dos canais analisados. Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$IH_{total} = \Delta H / \log L$$

onde ΔH é a relação entre a diferença total de altitude de cabeceira à foz; e $\log L$, o logaritmo do comprimento total da drenagem.

A partir do proposto no estudo de Seeber e Gornitz (1983), identificou-se as anomalias de drenagem que representam os *knickpoints*. De acordo com estes autores, nos trechos cuja divisão do IHtrecho pelo IHtotal for acima de 2 tem-se a ocorrência de anomalias. Valores entre 2 e 10 correspondem a anomalias de 2ª ordem, enquanto que os superiores a 10 evidenciam anomalias de 1ª ordem. Valores abaixo de 2 indicam trechos graduados onde não há quebras de patamar abruptas.

Anomalias de 1ª ordem correspondem aos trechos do canal que se situam sobre áreas muito íngremes, decorrentes de deformações tectônicas ou diferenças acentuadas nas propriedades litoestruturais do substrato. Já as anomalias de 2ª ordem estão relacionadas aos trechos do canal que passam por áreas íngremes geralmente associadas a contatos geológicos.

Considerou-se, nesse estudo, que “as morfoestruturas constituem uma tipologia hierárquica de formas, que compreendem desde conjuntos regionais de primeira ordem de grandeza (mega-morfoestruturas) até as menores ordens (micro-morfoestruturas)” (CORRÊA et al., 2010, p. 37). O mapeamento morfoestrutural foi feito com base na análise das características de densidade e direção dos lineamentos em relação direta com as diferentes unidades topogeológicas e dados morfométricos do relevo, cuja análise se deu no software ArcGIS 10.3, mesmo software utilizado para a elaboração dos produtos cartográficos finais.

Dessa forma, individualizou-se um conjunto de compartimentos geomorfológicos que se distinguem uns dos outros por suas características tectonoestruturais, altimétricas e litológicas, além de seus comportamentos diferenciados frente a possíveis movimentações tectônicas recentes. Para a corroborar das informações obtidas em ambiente SIG, realizaram-se atividades de campo na área de estudo (na Figura 1, indicam-se os pontos de parada). Além de levantamento fotográfico, foi observada a maneira pela qual as estruturas lineares se evidenciam no relevo local e regional, bem como o comportamento dessas estruturas em relação aos diferentes litotipos e seus contatos.

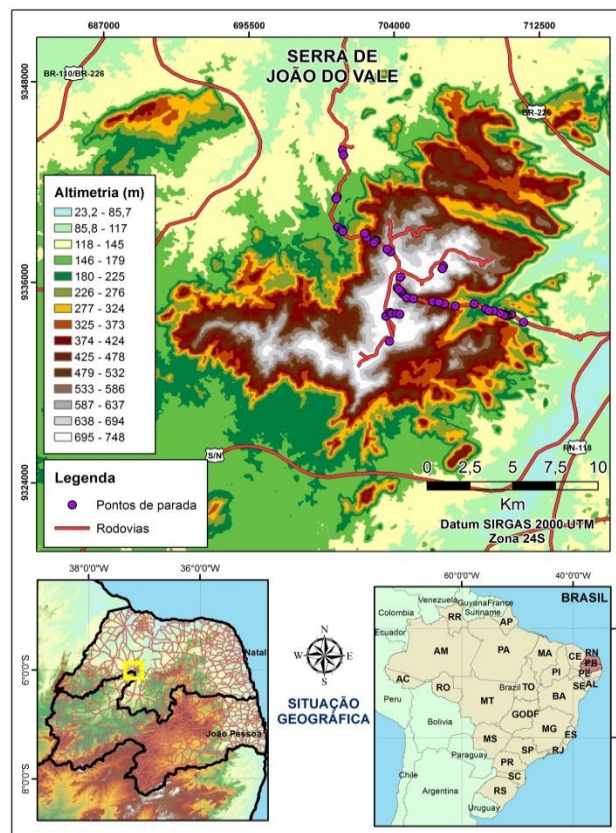


Figura 1 – Situação geográfica da área de estudo. Fonte: elaborado pelos autores.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área estudada apresenta cerca de 230 km², localizando-se no limite entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte (Figura 1) e está inserida na Província Borborema (Almeida et al., 1977), na sua porção setentrional; trata-se de um maciço cristalino estrutural com capeamento sedimentar arenítico-conglomerático com orientação NE-SW (Figura 2).

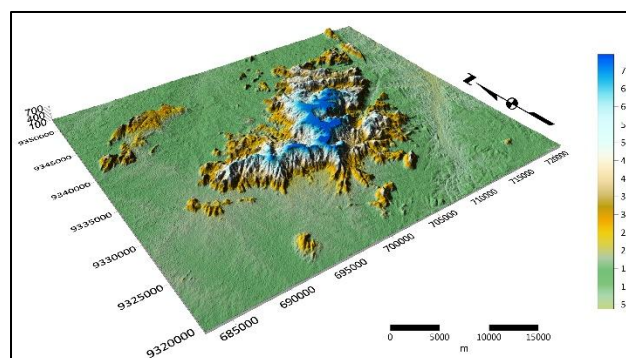


Figura 2 – Bloco-diagrama da Serra (maciço) de João do Vale e circunvizinhança, pela perspectiva do setor sudoeste. Fonte: elaborado pelos autores.

As vertentes desse maciço estão esculpidas em rochas neoproterozoicas do Grupo Seridó, como gnaisses, quartzitos e lentes calcissilicáticas e de mármore (Figura 6A) da Formação Jucurutu (634 Ma), além de granitoides diversos das Suítes Intrusivas Dona Inês e Itaporanga (580-555 Ma) (ANGELIM; NESI; MEDEIROS, 2006) (Figura 3).

Pelo fato da Formação Serra do Martins apresentar idades relativamente recentes (64 a 20 Ma) (MORAIS NETO et al., 2008; LIMA, 2008) e geralmente estar alçada a cotas que

alcançam os 750 m de altitude, alguns autores (MORAIS NETO; ALKMIN, 2001; MORAIS NETO et al., 2008; LIMA, 2008; OLIVEIRA; MEDEIROS, 2012) consideram a presença de maciços capeados pela FSM em tais cotas como corroboradores da ocorrência de soerguimentos cenozoicos na província Borborema. Do ponto de vista geomorfológico, a Serra João do Vale representa uma unidade de relevo tabular e bordas escarpadas, relacionada ao Planalto da Borborema e circundada por superfícies mais baixas da Depressão Sertaneja.

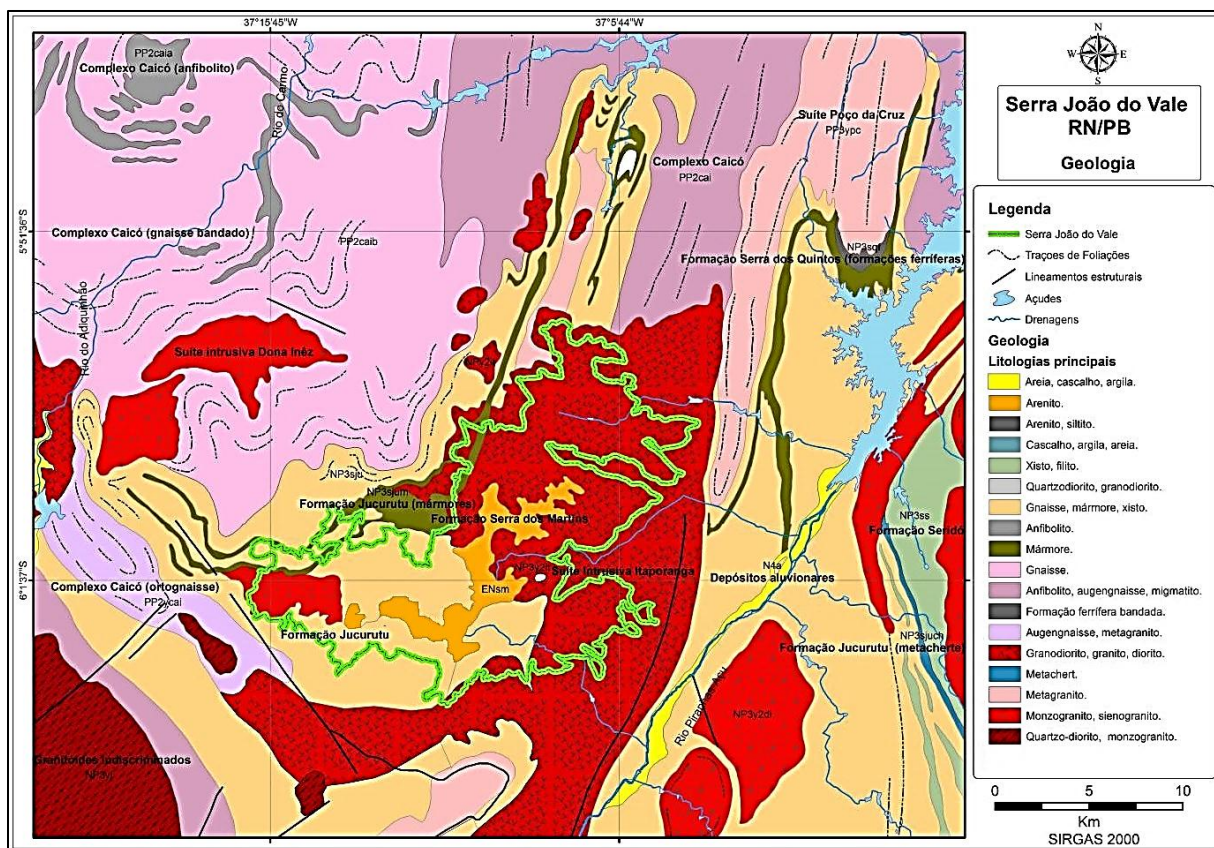


Figura 3 – Compartimentos litoestruturais do Maciço de João do Vale e seu entorno. Fonte: elaborado pelos autores a partir de Santos, Ferreira e Silva Jr (2002); e Angelim, Nesi e Medeiros (2006).

Cabe destacar que, quanto ao clima, esse relevo apresenta maior umidade em relação às demais áreas da região. Sua altitude lhe confere uma pequena diminuição nas taxas médias de temperatura e evapotranspiração, e, principalmente, um acréscimo de precipitação e neblina em relação ao seu entorno mais seco — Planalto da Borborema (vertentes à sotavento) e superfícies aplainadas. Essa diferenciação climática se dá por efeito orográfico, o que respondeu pela presença natural de caatinga hipoxerófila em grande parte de extrato arbóreo que colonizava naturalmente a área — hoje, majoritariamente inexistente, em efeito ao desmatamento para uso antrópico. Seria essa uma formação vegetal subperenefólia plúvio-nebular, uma vez que a precipitação está na isoieta de 800-900 mm/ano.

Já a respeito da vegetação atual, áreas de caatinga arbórea ainda ocorrem no maciço de João do Vale em espaços onde a

topografia é impeditiva ao uso e ocupação humana, mas não totalmente ao desenvolvimento pedológico. Nesses locais, ocorrem espécies arbóreas que colonizam manchas de solos mais profundos, como os Luvisolos. Estima-se que estas paisagens eram mais comuns antes da chegada do colonizador de origem europeia ao Seridó.

Nas vertentes sedimentares, apresentam-se Plintossolos, cuja presença abundante de plintita/laterita, em conjunto com a vegetação arbórea, tem desempenhado papel preponderante em conter a erosão lateral dessa geoforma, que também se vale da alta permeabilidade da cimeira na diminuição do escoamento superficial (BERNARDINO, 2019).

O estrato arbustivo da caatinga ocorre em espaços de solos mais rasos na serra, às vezes entremeados por afloramentos e por vegetação herbácea; trata-se de Savana-Estépica Gramíneo-

Lenhosa em relevo planáltico, ondulado e/ou, por vezes, forte ondulado. Até em alguns trechos mais escarpados, podem ser identificados arbustos.

Por sua vez, a caatinga degradada ocorre principalmente em segmentos de sopé do maciço, onde estão os depósitos colúviais com maior grau de seleção que formam solos mais profundos. Estas áreas de relevos suave-ondulados historicamente têm sido degradadas pelas atividades humanas, especialmente pela criação de gado bovino e, tempos atrás, pela cotonicultura. A caatinga degradada é composta por campos com arbustos espaçados e pontos sem qualquer cobertura vegetal. Ocorrem ainda em áreas de topo em João do Vale, no contato com o capeamento arenítico e em algumas estreitas “planícies e vales de montanhas”, *bajadas*.

Nestes locais de topo, a litologia sedimentar do platô favorece a percolação de água e o seu armazenamento em subsuperfície, que se dá pelo preenchimento aquoso dos poros/vazios intergranulares do arenito, até seu contato com o embasamento cristalino (ANGELIM; MEDEIROS; NESI, 2006). A água em subsuperfície e a maior pluviometria da área dão-lhe uma condição privilegiada em relação aos sertões seridoenses: esses atributos naturais permitem a agricultores dispensar o uso de sistemas de irrigação e alçar a produtividade. É por essa razão que, historicamente, a economia local é baseada no setor primário, no qual se destacam as fruticulturas e a agricultura familiar, com técnicas rudimentares de cultivo e colheita. Na área de cimeira da Serra de João do Vale, têm-se a Comunidade Chã Velha, pertencente ao município de Triunfo Potiguar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o levantamento dos lineamentos estruturais a partir das imagens SRTM (730 ao todo), observou-se a ocorrência de um grande lineamento de direção NE-SW que secciona as vertentes leste da serra. Este lineamento integra o *trend* regional NNE-SSW, juntamente com importantes estruturas de movimentação dextral da Província Borborema Setentrional, como a Zona de Cisalhamento Portalegre e o Sistema de Falhas Carnaubais, a oeste da área de estudo; e o lineamento Açú-Piranhas, situado a leste da Serra João do Vale (JARDIM DE SÁ, 1994). Contudo, é o *trend* NW-SE que predomina, relacionado a estruturas de diques e falhas/fraturas. No setor nordeste da área de estudo, onde ocorrem os granitos da Suíte Itaporanga, a densidade de lineamentos é inferior aos setores sudeste e sudoeste, onde ocorrem predominantemente gnaiesses e mármorees da Formação Jucurutu.

Na área da Suíte Itaporanga, as estruturas lineares controlam as drenagens e a erosão remontante de forma mais marcante que nos outros setores da serra, formando vales muito encaixados e profundos. Na área de ocorrências dos granitoides, é notória também a predominância de lineamentos de direção NW-SE, mais espaçados e compridos em relação aos lineamentos que ocorrem nas rochas metamórficas do Grupo Seridó, que são, por sua vez, de menor extensão e de padrão multidirecional (Figura 4).

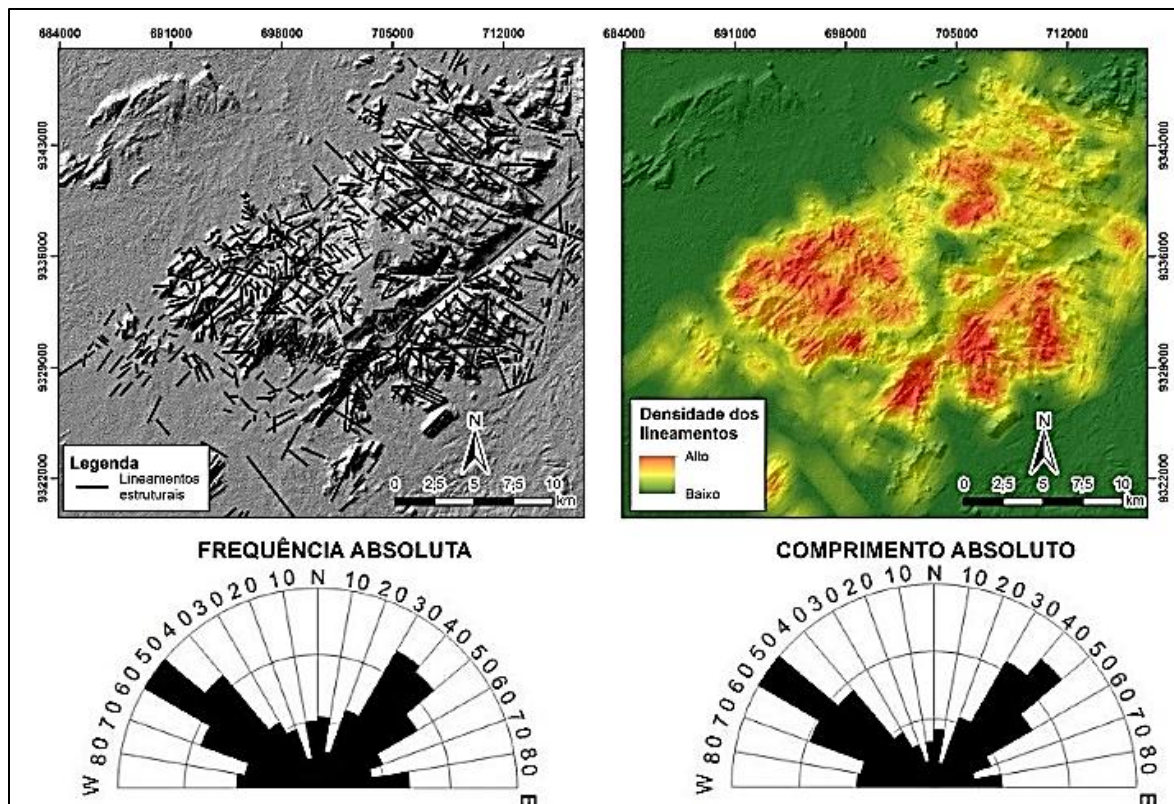


Figura 4 – Especialização e densidade de lineamentos na Serra de João do Vale (RN/PB). Abaixo dos mapas têm-se os diagramas de roseta com os trends estruturais predominantes. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da análise litoestrutural da Serra de João Vale, em consonância com os agentes externos de esculturação da paisagem, pôde-se individualizar 8 (oito) compartimentos morfoestruturais (Figura 5), descritos a seguir.

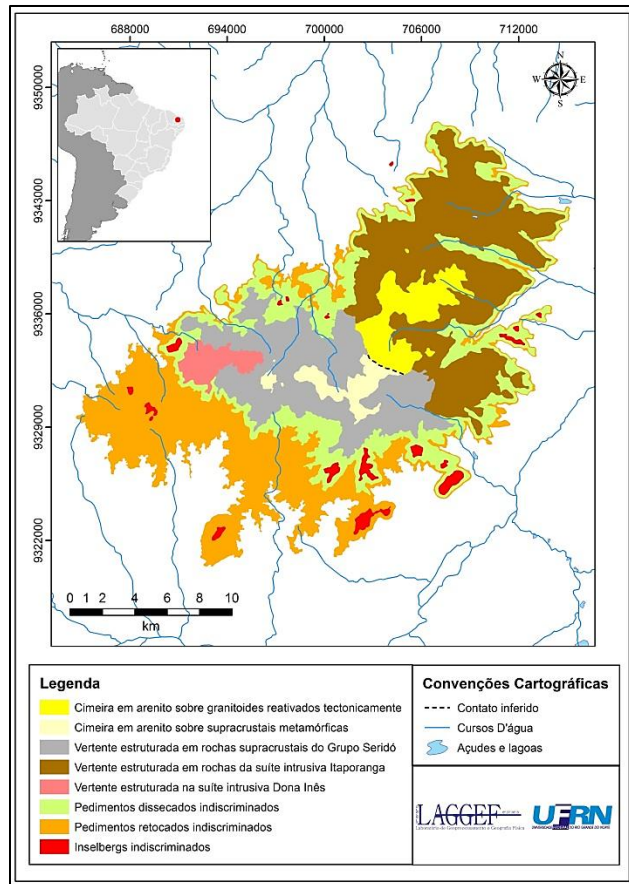


Figura 5 – Compartimentos morfoestruturais da Serra de João do Vale (RN/PB). Fonte: elaborado pelos autores.

Situando-se em contos que vão de 650 à cerca de 750 m de altitude, dois conjuntos de cimeiras sedimentares (Figura 6B) se individualizam no topo da Serra de João do Vale. O contato entre as mesmas é inferido por não haver informações referentes ao contato preciso em profundidade entre as unidades sobre as quais elas estão localizadas.

A primeira dessas unidades de relevo predominantemente plano, corresponde ao compartimento denominado de (1) “Cimeira em arenito sobre granitoides reativados tectonicamente”. Os lineamentos neste compartimento apresentam uma direção preferencial NW-SE, com uma ocorrência pouco expressiva de feições de direção NE-SW, semelhante ao que ocorre na suíte intrusiva Itaporanga, sobre a qual o mesmo se encontra. Dessa forma, a incisão da drenagem e a erosão remontante se dão nessa orientação preferencial.

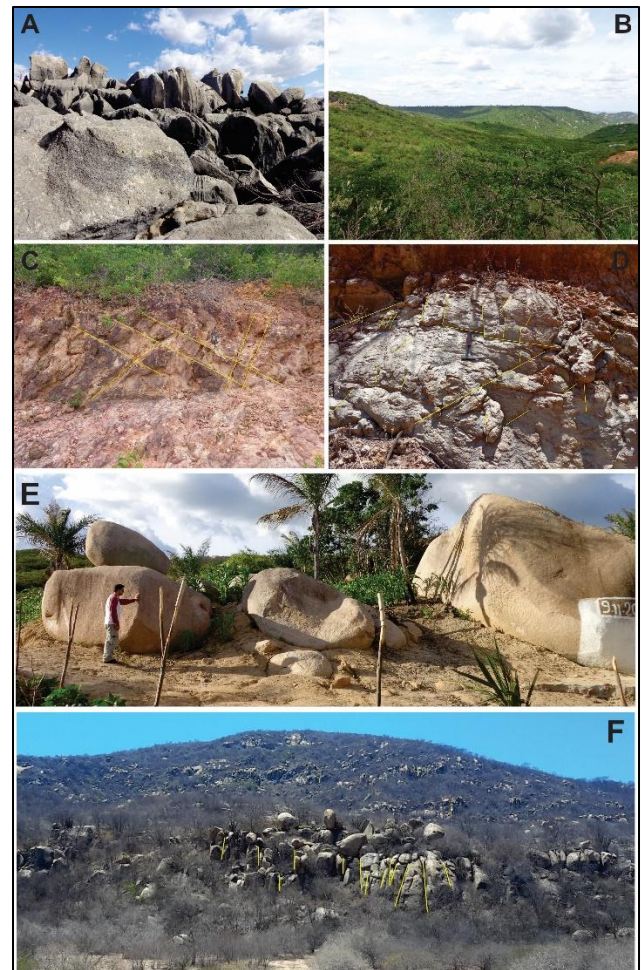


Figura 6 – Prancha de fotos com as feições características dos compartimentos morfoestruturais da Serra de João do Vale (RN/PB). A - Dissolução de mármore em trecho de vertente. B - Vista do platô arenítico e sua morfologia plana. C e D - Arenito da FSM exibindo padrão de faturamento com intercalação de trends. E - Disjunção esferoideal em granitos da suíte Intrusiva Itaporanga. F - Fraturamento em rochas intrusivas brasileiras na vertente do maciço. Fonte: acervo dos autores.

A (2) “Cimeira em arenito sobre supracrustais metamórficas” está localizada sobre as rochas do Grupo Seridó. Essa cimeira se apresenta em uma fase mais avançada de dissecação devido à maior densidade de lineamentos. Como esses lineamentos não possuem uma orientação preferencial, sendo multidirecionais (Figura 6C), a incisão da drenagem e o avanço da erosão remontante ocorrem de maneira generalizada em todos os flancos desta cimeira. Por causa disso ela apresenta uma menor área espacial e descontinuidades em algumas porções. Como dito anteriormente, nas rochas supracrustais do grupo Seridó, representado, na área, pelos gnaisses, mármore e xistos da Formação Jucurutu, os lineamentos estruturais se apresentam em maior densidade e com orientações multidirecionais, com uma leve predominância da direção NE-SW.

Dessa forma, a erosão atua de maneira mais generalizada, o que resultou em um compartimento com relevo bastante acidentado e forte incisão da drenagem, denominado de (3) “Vertente estruturada em rochas supracrustais do Grupo Seridó”, ocorrendo este nas áreas a sul e sudeste da Serra de João do Vale. Devido a menor resistência mecânica das rochas desse compartimento quando comparadas as das demais áreas de vertentes, que são esculpidas em granitóides, teve-se, neste, um comportamento diferenciado frente aos esforços tectônicos aplicados na região, resultando assim em um maior faturamento e falhamento na área, o que explica a maior ocorrência e a desordenação das direções dos lineamentos (Figura 6D).

Ao contrário da imediatamente supracitada, a vertente da porção NE da serra possui lineamentos estruturais que se configuram a partir de uma direção preferencial (NW-SE). Isso ocorre em razão da maior resistência apresentada pelos granitóides da Suíte Intrusiva Itaporanga à tectônica rúptil. Por consequência, há um prolongamento maior dessas fraturas nesse compartimento – denominado (4) “Vertente estruturada em rochas da Suíte Intrusiva Itaporanga” –, haja vista que não ocorrem interrupções desses lineamentos por outros – perpendiculares, resultante de um faturamento generalizado, como na anterior.

Ainda na porção NE da serra, observa-se uma grande quantidade de blocos rolados – de dimensões decamétricas (Figura 6E) –, que confirmam a ocorrência de movimentos de massa intensos nesta vertente. Esse cenário atual é resultado da evolução da erosão direcionada, que, por sua vez, promoveu o recuo paralelo das escarpas areníticas e a exposição dos granitóides fraturados (Figura 6F) da suíte intrusiva Itaporanga à ação da gravidade. Nesta unidade, identifica-se depósitos de tálus no *piedmont* do maciço associados à vegetação arbustiva.

A (5) “Vertente estruturada na Suíte Intrusiva Dona Inês”, localizada em uma pequena área da extremidade SW do maciço de João do Vale, em cotas também de 300 a 650 m de altitude,

corresponde ao terceiro compartimento de vertente identificado. A dificuldade de acesso à área faz com que haja poucas informações a respeito deste trecho. Devido à litologia granítica do trecho e pelo que se observa a partir da direção dos lineamentos estruturais, acredita-se que este compartimento apresente características semelhantes as da Vertente estruturada na Suíte Intrusiva Itaporanga.

Nas áreas adjacentes aos compartimentos de vertentes, duas unidades de pedimentos se individualizam, sendo estas abordadas aqui de maneira indiscriminada em relação à litologia. A primeira destas corresponde aos (6) “Pedimentos dissecados”, cujas cotas altimétricas variam de 200 a 300 m. Esse compartimento diz respeito a uma sequência de rampas que coalesceram para formar pedimentos que estão atualmente submetidos a acentuados processos de erosão, com forte incisão da drenagem, possibilitando, assim, o afloramento do substrato rochoso em diversas áreas. Os (7) “Pedimentos retocados”, ao contrário dos descritos anteriormente, se encontram relativamente conservados, mesmo com a atuação de intensos processos erosivos em suas áreas de ocorrência. Estes se situam em cotas altimétricas de 200 m ou menores, havendo pontos em que não é mais possível distingui-los da Depressão Sertaneja.

O último compartimento refere-se aos (8) “Inselbergs indiscriminados”, que são formas residuais de um relevo dissecado. É resultante da exumação de plútons graníticos a partir da erosão diferencial.

Trazendo à discussão o padrão de distribuição dos *knickpoints* (Figura 7), é possível demonstrar uma relação entre seus locais de ocorrência e os setores de maior adensamento dos lineamentos estruturais. Pois, apresentam maior ocorrência em vales encaixados em falhas e fraturas, além das quebras de patamares que individualizam as unidades de cimera das vertentes e estas últimas, por sua vez, os níveis de pedimentos.

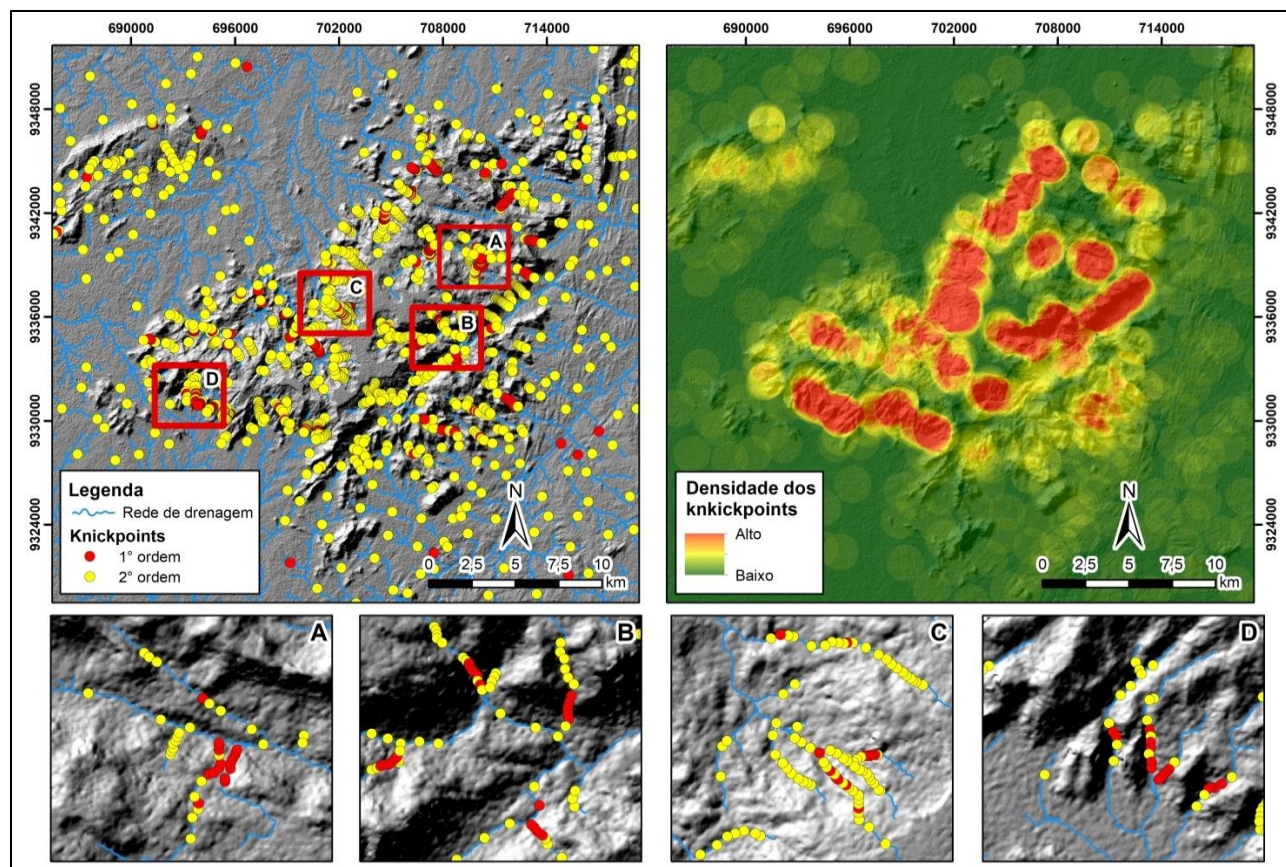


Figura 7 - Distribuição espacial e densidade dos knickpoints no Maciço de João do Vale. Abaixo, setores específicos mostrando expressiva concentração de anomalias de primeira e segunda ordens. A e B - Vertente constituída de granitóides em setor de vales encaixados em diques e fraturas. C e D - setores mais dissecados do maciço nas vertentes das supracrustais do grupo Seridó, também exibindo considerável concentração de anomalias.

A maioria das anomalias é de segunda ordem, contudo é notável o grau de ocorrência de anomalias de primeira ordem, o que evidencia um relevo bastante movimentado com rupturas decorrentes de erosão diferencial devido a diferentes contextos litoestruturais e possíveis deformações ao longo do perfil longitudinal da drenagem por causas tectônicas.

Na suíte Intrusiva Itaporanga, a norte, o relevo se apresenta escalonado por uma estrutura mencionada na cartografia geológica regional como um quique de diabásio relacionado ao vulcanismo cretáceo Rio Ceará-Mirim. Esta feição separa o nível de granitóides encimados pela FSM de outro com cotas menos elevadas, onde as coberturas sedimentares já foram dissecadas, num padrão semelhante ao identificado por Maia, Bétard e Bezerra (2016) no maciço de Martins-Portalegre. Os knickpoints neste setor se apresentam tanto no vale encaixado no dique, como na junção deste com seus tributários.

Levando-se em consideração a expressiva ocorrência de anomalias de primeira ordem neste setor, bem como a homogeneidade litológica, pode-se inferir uma origem tectônica para tal, relacionada a uma subida desigual de blocos durante o processo de inversão do relevo das coberturas sedimentares que hoje constituem o capeamento da FSM.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia utilizada neste trabalho se mostrou eficaz, pois permitiu identificar os compartimentos geomorfológicos distintos que se expressam na paisagem resultantes da correlação entre litologia, lineamentos estruturais e *knickpoints* ao longo da rede de drenagem. Com base nessa análise, é possível entender a importância desses dois agentes na evolução dos processos morfo genéticos atuais.

Os compartimentos morfoestruturais identificados através do mapeamento executado, mesmo que de maneira preliminar/intermediária, possibilitaram entender o comportamento das diferentes litoestruturas do relevo relacionados a processos tectônicos, sejam eles antigos ou, como se acredita para a região de estudo, neotectônicos. Uma análise mais aprofundada das relações entre litologia e lineamentos se faz necessária, necessitando-se também incorporar os dados relacionados às feições resultantes também de tectônica dúctil.

Mesmo em caráter inicial, esse trabalho se apresenta como um importante passo para a elucidação da natureza litoestrutural desse relevo e de suas relações com os eventos tectônicos

cenozoicos. Espera-se, com isso, que este estudo possa ser aprofundado e subsidie diversos outros trabalhos, preenchendo um pouco a lacuna bibliográfica referente à Serra de João do Vale e áreas com aspectos morfoestruturais semelhantes.

6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. *Instituto de Geografia – USP, Geomorfologia*, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande. *Boletim Resumos*, 6: 363 – 391. 1977.
- 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.
- BARROS, S. D. S. *Aspectos Morfo-Tectônicos nos Platôs de Portalegre, Martins e Santana /RN*. 1998. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1998.
- BERNARDINO, D. S. M. Mapeamento e análise integrada das unidades de paisagem (geofácies) do Seridó Potiguar. 2019. 200f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- BEZERRA, F. H. R.; BRITO NEVES, B. B.; CORRÊA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. . Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin - the Cariatá trough, northeastern Brazil. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 97, p. 555-582, 2008.
- CORRÊA, A. C. B.; TAVARES; B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA; D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do Índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações Neotectônicas. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, v. 4, N. 2, p. 43-56, 2004.
- GURGEL, S. P. P.; BEZERRA, F. H. R.; CORRÊA, A. C.B.; MARQUES, F.O.; MAIA, R. P. Cenozoic uplift and erosion of structural landforms in NE Brazil. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 186, n. 1, p. 68 - 84, 2013.
- HACK, J. T. Stream-profiles analysis and stream-gradient index. *Journal Research U.S. Geological Survey*, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.
- JARDIM DE SÁ, E. F. *A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana*. 1994. 803 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 18, n° 2, p. 147-266, 1956.
- LIMA, M. G. *A história do intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações tectônicas e paleoclimáticas*. 2008. 594 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal, 2008.
- MAIA, R.P.; BEZERRA, F.H.R. Neotectônica, geomorfologia e ambientes fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 37-46, 2011.
- MAIA, R. P.; Bezerra, F. H. R. . Geomorfologia e Neotectônica da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi- Mossoró NE/Brasil. *Mercator*, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 209-228, 2012.
- MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro. *Mercator*, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.
- MAIA, R. P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins - NE do Brasil: inversão do relevo em análise. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 17, p. 273-285, 2016.
- MENEZES, M. R. F. (1999). *Estudos sedimentológicos e contexto estrutural da Formação Serra dos Martins, nos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN*. 1999. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 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, v. 31, n. 1, p.95-106, 2001.
- MORAIS NETO, J. M. de. GREEN, P. F. GARNER, G. D. ALCKMIM, F. F. Age of the Serra do Martins Formation, Borborema Plateau, northeastern Brazil: constraints from apatite and zircon fission track analysis. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 23-52, 2008.
- O’LEARY, D.W., FRIEDMAN, J.D., POHN, H.A. Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. *Geological Society of America Bull.*, v. 87, n. 10, p. 1463-1469, 1976.
- OLIVEIRA, R. G.; MEDEIROS, W. E. Evidences of buried loads in the base of the crust of Borborema Plateau (NE Brazil)

- from Bouguer admittance estimates. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 37, p. 60-76, 2012.
- OLIVEIRA, G. P.; TAVARES, B. A. C. ; CORREA, A. C. B. . Compartimentação geomorfológica do maciço de Martins-Portalegre - NE do Brasil. *Revista Contexto Geográfico*, v. 3, p. 1-11, 2018.
- PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. Stepped surfaces and Paleolandforms in the Northern Brazilian <<Nordeste>>: Constraints on models of morfotectonic evolution. *Geomorphology*, v. 3, n. , p. 89-122, 2004.
- QUEIROZ, G.L.; SALAMUNI, E.; NASCIMENTO, E.R. Knickpoint finder: A software tool that improves neotectonic analysis. *Computers & Geosciences*, v. 76, p. 80-87, 2015.
- SAADI, A. Modelos morfogenéticos e Tectônica Global: reflexões conciliatórias. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 55-63, 1998.
- SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA JR., J. M. F. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. *Mapa Geológico do Estado da Paraíba*. Escala: 1:500.000. Recife: CPRM/DNPM, 2002.
- SEEBER, L.; GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. *Tectonophysics*, v. 92, p. 335-467, 1983.
- TAVARES, B. A. C.; CORRÊA, A. C. B.; LIRA, D. R.; CAVALCANTI, L. C. S. Compartimentação geomorfológica e morfotectônica do Gráben do Cariatá, Paraíba, a partir de imageamento remoto. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 523-538, 2014.
- TAVARES, B. A. C. Evolução morfotectônica dos pedimentos embutidos no planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. 2015. 251 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2015.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física (LAGGEF), do CERES-UFRN por estender suas instalações para que este trabalho fosse produzido e ao bolsista do referido laboratório Jucielho Pedro da Silva pelo apoio técnico.

Recebido em: 19/10/2019

Aceito para publicação em: 05/03/2020