



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE HUMANIDADES – CH
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA – UAG
CURSO DE GEOGRAFIA

ERIDIANA NEVES DA SILVA

**INTEMPERISMO EM ROCHAS GRANÍTICAS: MUDANÇAS
PALEOCLIMÁTICAS NO PICO DO JABRE – PB**

Campina Grande – PB

2022

ERIDIANA NEVES DA SILVA

**INTEMPERISMO EM ROCHAS GRANÍTICAS: MUDANÇAS
PALEOCLIMÁTICAS NO PICO DO JABRE-PB**

Artigo apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em cumprimento a exigência parcial para obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Debora Coelho Moura
Coorientador: Msc. Ailson de Lima Marques

Campina Grande – PB

2022



S586i Silva, Eridiana Neves da.
Intemperismo em rochas graníticas: mudanças paleoclimáticas no Pico do Jabre -PB. / Eridiana Neves da Silva. - 2022.

25 f.

Orientadora: Professora Dra. Débora Coelho Moura.
Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo (Curso de Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Humanidades.

1. Rochas graníticas. 2. Pico do Jabre - PB. 3. Mudanças paleoclimáticas. 4. Relevo granítico. 5. Bornhardts. 6. Pediplanação. 7. Etchplanação. 8. Maciço residual granítico. I. Moura, Débora Coelho. II. Título.

CDU:911(045)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

ERIDIANA NEVES DA SILVA

**INTEMPERISMO EM ROCHAS GRANÍTICAS: MUDANÇAS
PALEOCLIMÁTICAS NO PICO DO JABRE-PB**

Artigo apresentado e aprovado em 31/03/ 2022 como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Geografia, Unidade Acadêmica de Geografia – UAG, Curso de Geografia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pela seguinte banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Debora Coelho Moura
Orientadora

Prof^a. Ms^a. Erimágna de Morais Rodrigues
Examinadora Externa

Prof^a. Ms^a. Christianne Farias da Fonseca
Examinadora Externa

Campina Grande – PB
2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me conceder saúde, força e coragem todos os dias para executar este trabalho com muito amor;

Aos meus familiares que sempre estiveram comigo me apoiando e incentivando a não desistir dos meus objetivos;

Aos meus amigos de caminhada que foram essenciais para minha formação (Aureliana, Elâine, Gabrielly e João Emerson), os quais foram pontes na construção e partilha do conhecimento ao longo do curso. Assim como, estiveram ao meu lado na visita a campo e desenvolvimento do trabalho.

A minha orientadora Debora, que com muita dedicação contribuiu com seus ensinamentos para construção da pesquisa e para minha formação acadêmica;

Ao meu coorientador Ailson Marques, que sempre esteve disponível a ajudar, grata pela parceria nos trabalhos de campo e orientação no desenvolvimento da pesquisa;

De um modo geral a todos os professores e colegas que contribuíram e me auxiliaram na conclusão de mais um ciclo em minha vida.

RESUMO

Os relevos graníticos estão presentes nos diversos domínios morfoclimáticos do planeta. Entretanto, sua exposição se intensifica nas regiões de clima tropical, no Brasil essas paisagens são comumente encontradas no Nordeste setentrional, mais precisamente na província da Borborema em decorrência da orogenia brasileira e do tectonismo, os quais ocasionaram o surgimento dos maciços e inselbergs na paisagem. Desse modo, entendendo que o pico do Jabre é um maciço residual granítico e está inserido na província da Borborema, essa pesquisa pretende compreender os processos que originaram a formação desse relevo enquanto paisagem granítica. Assim sendo, a exumação desses corpos foi intensificada pela ocorrência dos processos de intemperismo e erosão ao longo do cenozoico, por ocasião das intensas precipitações do clima tropical úmido, que proporcionaram o transporte dos sedimentos que outrora recobriam os corpos graníticos, propiciando as superfícies aplainadas da depressão sertaneja. Assim, a teoria da Etchplanação explica que a origem dos relevos graníticos é composta principalmente por relevos saprolíticos composto por matacões e lajedos em diferentes morfologias, que atuam como indicadores geomorfológicos expondo que estiveram em associação a ambientes muito úmidos. Nestes relevos é possível encontrar diferentes estágios de desenvolvimento de lajedos como a pré-esfoliação, o manto de alteração e os blocos exumados. Já nas estruturas externas dos inselbergs ocorre diferentes formas de intemperismo como os tafoni, as bacias de dissolução e as caneluras. Todas essas feições hoje estão exumadas devido a entrada do clima semiárido na região onde prevalecem os processos erosivos decorrentes da Pediplanação.

Palavras-chaves: Relevo granítico, Bornhardts, Etchplanação, Pediplanação.

ABSTRACT

The granitic reliefs are present in the different morphoclimatic domains of the planet. However, its exposure is intensified in tropical regions, in Brazil these landscapes are commonly found in the northern Northeast, more precisely in the province of Borborema as a result of the Brazilian orogeny and tectonism, which caused the emergence of massifs and inselbergs in the landscape. Thus, understanding that the Pico do Jabre is a residual granite massif and is inserted in the province of Borborema, this research intends to understand the processes that originated the formation of this relief as a granite landscape. Therefore, the exhumation of these bodies was intensified by the occurrence of weathering and erosion processes along the Cenozoic, during the intense rainfall of the humid tropical climate, which provided the transport of the sediments that once covered the granite bodies, providing the flattened surfaces of the country depression. Thus, the Etchplanation theory explains that the origin of granitic reliefs is mainly composed of saprolithic reliefs composed of boulders and slabs in different morphologies, which act as geomorphological indicators exposing that they were associated with very humid environments. In these reliefs it is possible to find different stages of slab development such as pre-exfoliation, alteration mantle and exhumed blocks. In the external structures of the inselbergs, different forms of weathering occur, such as tafoni, dissolution basins and flutes. All these features are now exhumed due to the entrance of the semi-arid climate in the region where erosive processes resulting from Pediplanation prevail.

Keywords: Granitic relief, Bornhardts, Etchplanation, Pediplanation.

1 INTRODUÇÃO

As paisagens graníticas apresentam uma variação de maciços e inselbergues com formas e tamanhos diferenciados. A sua gênese ocorre antes de sua exposição na superfície devido a ação climática, os processos mineralógicos e petrográficos, conjuntamente, com a meteorização que provocam a erosão dessas áreas. Portanto, em decorrência da isotropia, baixa porosidade, permeabilidade reduzida ao sistema de descontinuidades e baixa solubilidade, os resultados da meteorização são semelhantes nos diversos domínios morfoclimáticos do planeta (MAIA, 2017; MAIA et al., 2018; MAIA; NASCIMENTO, 2018; BASTOS et al., 2021; SOUZA, 2021).

Segundo Maia e Nascimento (2018), esse tipo de relevo granítico no Brasil é mais comum na porção setentrional do Nordeste, mais precisamente na província da Borborema em decorrência do clima semiárido. Todavia, as exposições de embasamento do pré-cambriano apresentam dobramentos e plutonismos, por consequência da orogênese brasileira que em conjunto com o tectonismo ocasionaram a exumação dos corpos graníticos (MAIA et al., 2015; SOUZA, 2021).

Associado a isto, os agentes do intemperismo e da erosão provocaram a denudação desses relevos ao longo do Cenozóico fazendo surgir inúmeros campos de inselbergues, assim como, originaram as superfícies aplainadas na depressão sertaneja (MAIA; NASCIMENTO, 2018). De acordo com Maia et al. (2018), para entender os processos evolutivos na paisagem granítica foi utilizada a teoria da Etchplanação de Budel, cujo aplainamento passou a ser entendido a partir de um duplo front de alteração, ou seja, da ligação entre a superfície cujos sedimentos foram transportados e a frente de intemperismo. Essa teoria provocou a concepção de uma nova abordagem para a erosão diferencial, passando a considerar os diferentes níveis de resistência das rochas a ação do intemperismo e da erosão a nível regional, os quais podem gerar diversos tipos e formas de relevos graníticos com identidades próprias na paisagem (MAIA et al., 2018).

Assim, o objetivo do trabalho é caracterizar as formas de relevos graníticos do Parque Estadual Pico do Jabre, afim de compreender os processos atuais e paleoambientais que originaram a formação daquela paisagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Etchplanação e origem dos relevos graníticos

De origem pré-cambriana, os maciços advindos da orogênese brasileira estão presentes no Nordeste setentrional, na província da Borborema, eles possuem uma maior resistência granítica em relação as demais rochas encontradas no rebaixamento em seu entorno (SOUZA, 2021). De acordo com Maia et al. (2018), por consequência da orogenia e do tectonismo vários corpos graníticos foram exumados ao longo de milhares de anos em decorrência da ação do intemperismo seguido do transporte dos sedimentos para a base, provocando o aplainamento e, em seguida, um duplo front de alteração entre a meteorização e a área cujos sedimentos foram arrastados pela erosão. Porém, ocorre uma alteração nesta frente de intemperismo em decorrência da variação entre os períodos úmidos e secos. Assim, nos explica a teoria da Etchplanação desenvolvida por Julius Budel (MAIA et al., 2015; MAIA, 2017; MAIA; NASCIMENTO, 2018; BASTOS et al., 2021).

A teoria de Budel expõe que quando há uma periodicidade pluviométrica elevada ocorre o surgimento de fisionomias graníticas em decorrência das transformações das estruturas e dos minerais provocados pelo aprofundamento, espessamento e diferenciação do manto intempérico. Nos períodos secos, o estresse hídrico provoca uma alteração na paisagem gerando a retração da cobertura vegetal, intensificando os processos erosivos, expondo os diferentes tipos de relevos graníticos e gerando a formação de áreas aplainadas (MAIA et al., 2015; MAIA et al., 2018).

Na teoria da Etchplanação de Büdel (1982), considera-se que os aplainamentos são desenvolvidos e evoluem por um mecanismo de duplo front, a partir da interação existente entre a superfície exumada de lavagem (*wash surface*) e a superfície de intemperismo basal (*basal weathering surface*) (THOMAS, 1994; HUGGETT, 2007; SALGADO, 2007), está atualmente denominada de frente de intemperismo (*weathering front*) (MABBUTT, 1961; TWIDALE; LAGEAT, 1994).

A Etchplanação explica a origem dos relevos graníticos que outrora poderiam ter um solo revestindo e hoje são formas de rochas graníticas exumadas, ou seja, rochas que foram moldadas por processos pedogenéticos. As rochas graníticas reúnem desde o diorito, granito, granodiorito, tonalito e gnaisses e forma o termo granitoide (GILL, 2010) para explicitar rochas ácidas e intermediárias de granulação grossa.

A forma de relevo granítico exumado mais comum é o saprolítico ou zona crítica oriundo da remoção parcial dos sedimentos, ele é composto por matacões e lajedos em

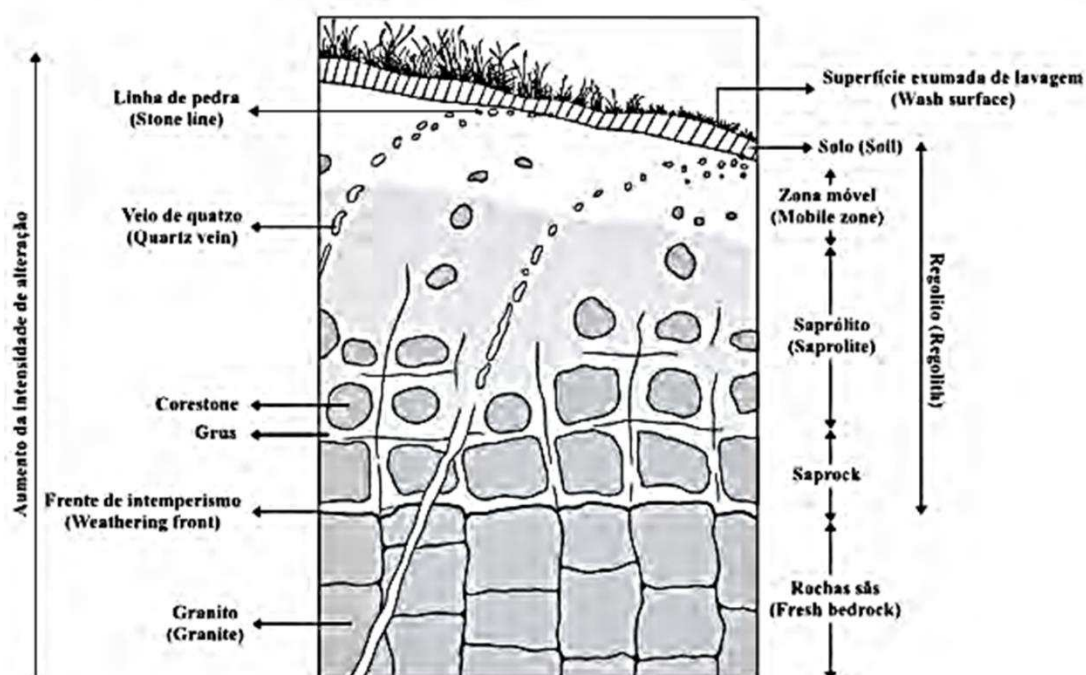
diferentes morfologias, que atuam como indicadores geomorfológicos indicando que estiveram em associação a ambientes muito úmidos. Nestes relevos é possível encontrar diferentes estágios de desenvolvimento de lajedos como a pré-esfoliação, o manto de alteração e os blocos exumados. Já nas estruturas externas dos inselbergs ocorre diferentes formas de intemperismo como os tafoni, as bacias de dissolução e as caneluras (MAIA; NASCIMENTO, 2018; BASTOS et al., 2021).

2.2 Perfil de alteração típico de ambientes graníticos

A alteração de rochas graníticas inicia-se (Figura 1) com a entrada da água numa frente de intemperismo (weathering front), onde prevalece a epissaturação, hidrólise dos constituintes químicos e formação de mantos de regolito (*regolith*). Essa zona crítica entre a rocha sã e o perfil de alteração dá-se o nome de *fresh bedrock* e acima da zona crítica há o saprólito (*saprolite*), que reúne diferentes granulometrias do granito alterado em camadas homogêneas e minerais neoformados. Acima do saprólito está o saprólito colapsado (*collapsed saprolite*), onde prevalecem principalmente minerais neoformados em camadas heterogêneas finas e móveis (*mobile zone*) sob influência da endossaturação sazonal (TAYLOR, 2006; TAYLOR; EGGLETON, 2001; HUGGETT, 2007).

Acima do *mobile zone* está o solo (soil) sequenciado em horizontes e este último contato dá-se os nomes: horizonte C; CR ou Cr. Acima destes horizontes formam-se os horizontes do tipo B e A. A normalidade dessa evolução é a pedogênese avançar sobre a morfogênese, porém o controle desses mecanismos sempre será realizado pelo clima e em última hipótese, pela neotectônica. O clima regula a precipitação pluvial que determina o espessamento de horizontes ou a erosão dos mesmos, assim como a temperatura regula o grau e a fratura decorrente da amplitude térmica (VITTE, 2005).

Figura 1. Perfil de alteração em rochas graníticas.



Fonte: compilado de Lima (2018).

2.3 princípios relevos e feições graníticas

Os relevos graníticos podem ser divididos em macroformas e as feições graníticas se subdividem em microformas de fraturamento e, microformas de dissolução. A seguir o quadro 1 demonstra esse esquema de compreensão e a Figura 2 representa o diagrama de ocorrência de morfologia dessas formas.

Macroformas	Microformas de fraturamento	Microformas de dissolução
Inselbergs	Boulders, Caos de blocos, Nubbins,	Tafoni, Caneluras, Karren,
	Tors e Castle Koppies	Gnammas, Flared Slopes,
Bornhardts		Honeycombs

I) Inselberg

Para Maia et al. (2018) o termo Inselberg é de origem alemã que significa colina de ilhas. Considerado uma rocha monolítica, ele é formado por rochas mais resistentes ao intemperismo e a erosão diferentemente das rochas encontradas nas áreas aplainadas em seu entorno.

II) Boulder

São formas de relevos graníticos que podem ser encontrados separados ou acumulados apresentando formas e tamanhos variados, podendo ser deslocados devido a configuração do relevo de acordo com Maia et al. (2018).

III) Caos de blocos

São inúmeros blocos resultantes de rachaduras nas rochas graníticas que se localizam abundantemente na paisagem, assim afirma Bastos et al. (2021).

IV) Nubbin

Segundo Twidale, Vidal Romaní (2005), estes são placas destacadas da rocha que apresentam morfologias angulares ou arredondadas.

V) Tors

Para Maia et al. (2018) e Bastos et al. (2018), os tors são frações de rochas localizadas isoladamente em relevos graníticos, com formas e tamanhos variados sendo controlados por classes de faturas.

VI) Castle koppies

De acordo com Maia et al. (2018), são forma de relevo que se desenvolve na subsuperfície através de quebras da rocha em formato ortogonal proporcionando um formato acastelado, cujas dimensões das fraturas são muito pequenas.

VII) Tafoni

São cavidades com variadas formas que se originam pela ação do intemperismo no interior da rocha, ele é resultante da meteorização nas juntas, fraturas ou linhas frágeis, gerando sua expansão a partir da descamação e desintegração granular, assim menciona Maia e Nascimento (2018).

VIII) Honeycombs

Bastos et al. (2021) afirma que os honeycombs são um tipo de intemperismo concentrado no interior da rocha semelhante a um favo de mel devido seus poucos centímetros de largura e profundidade cuja separação ocorre por paredes de espessura milimétrica, sendo considerado a fase inicial do tafoni.

IX) Gnamma

São cavidades expostas nas superfícies das rochas, cujo formato pode ser circular, elipsoidais ou côncavas nas fases mais avançadas de sua evolução (MAIA; NASCIMENTO, 2018). Segundo Twidale; Vidal Romaní (2005), as Gnammas ou bacias de dissolução são morfologicamente pequenas depressões.

X) Caneluras

Para Maia e Nascimento (2018) as caneluras são ranhuras cavadas verticalmente do topo até a base pela ação do intemperismo químico, elas podem ocorrer tanto nas declividades mais íngremes dos inselbergues quanto na superfície de blocos de granitos recebendo o nome de Karrens.

XI) Flared Slope

De acordo com Bastos et al. (2021), são concavidades que se originam na base de afloramentos verticalizados apresentando diferentes formas e tamanhos podendo ocorrer ao longo de um único afloramento.

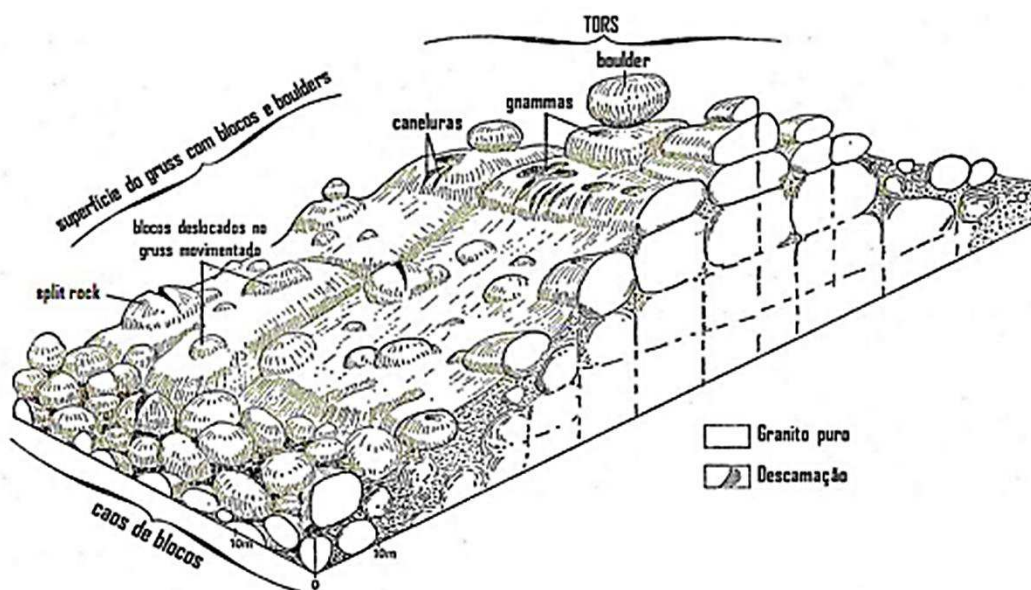
XII) Split Rock

É a divisão de boulders em duas partes ou mais como resultado da fratura provocada pelo stress devido ao peso da própria rocha, menciona Bastos et al. (2021).

XIII) Polygonal Cracks

Segundo Bastos et al. (2021), são rachaduras rasas que se exibem em formas poligonais rasas na superfície dos afloramentos rochosos.

Figura 2. Bloco diagrama simplificado de um relevo granítico.



Fonte: Adaptado de Godard (1977).

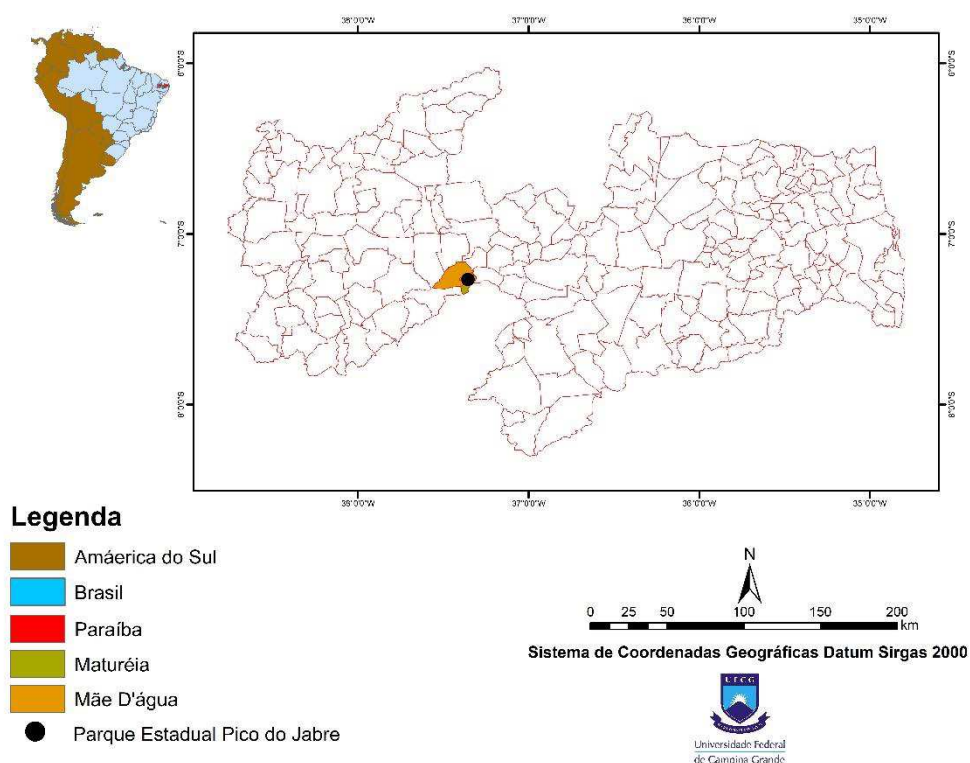
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Pico do Jabre é um maciço residual granítico (Figura 3) que faz parte da Unidade de Conservação Estadual que conta com uma área de 852 hectares. É o ponto culminante do Estado da Paraíba, situada sobre o maciço do Teixeira.

Segundo Correa et al. (2010), o Pico do Jabre destaca-se como um maciço, situado nos limites dos estados de Pernambuco e Paraíba. A superfície somital sobre estes corpos atinge 1.197 metros, respectivamente, constituindo a área mais elevada do Nordeste Oriental. Suas vertentes adaptadas a linhas de falhas reativadas expõem a rocha sã, que não sofre substancial alteração química sob o domínio do clima semiárido. Assim, embora de altitudes modestas, nenhuma cota atinge 1.200 metros. A proximidade entre essas superfícies somitais e a Depressão Sertaneja, estruturada nos Sistemas de Dobramentos Neoproterozóicos, gera relevos fortes do tipo “montanhas dissecadas”, ou ondulados, com desníveis locais de até cerca de 800 m.

Figura 3. Mapa de localização do Pico do Jabre-PB.



3.2 Procedimentos metodológicos

Foram realizados levantamentos e revisões bibliográficas, abordando a gênese e evolução dos relevos graníticos, assim como, as teorias da evolução geomorfológica, enfatizando a teoria da Etchplanação e geologia regional propiciada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SANTOS; FERREIRA, 2002). Após a etapa de levantamentos foi criado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Pico do Jabre no Arc Sciene do ArcGis 10.6 com dados do Alos Palsar de resolução espacial de 12,5 m. Em seguida, foram efetuadas visitas de campo para validação, identificação e análise das diferentes formas do relevo e feições graníticas. Cada feição foi fotografada e integrada ao sistema de georreferenciação do Global Positioning System (GPS). Esse material foi editado para melhor compreensão e amostragem adotando terminologias atuais e internacionalmente reconhecidas tendo por base os trabalhos de Migón, (2006), Twidale (1982, 1993) e Twidale e Vidal Romaní (2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 O Planalto da Borborema e a geomorfologia regional no Pico do Jabre

A formação do Planalto da Borborema teve 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 de 650-480 milhões de anos, mas também de maciços residuais que foram soerguidos junto ao domo que originou o Planalto da Borborema (MORAIS NETO et al., 2008).

No Planalto da Borborema, a configuração do relevo faz deste um importante dispersor de água, propiciando uma ampla rede responsável pela intensa dissecação. Entre as áreas elevadas formam-se zonas aplainadas onde os processos denudacionais suplantaram os agradacionais, formando vastas superfícies erosivas.

Assim, 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).

Topograficamente às superfícies mais antigas deste Planalto estão associados à superfície Pós-gondwana do king ou patamar Pd3 proposto por Bigarella (MABESOONE; CASTRO, 1975), entre os níveis acima dos 1.000 metros de altitude,

onde ocorre a dissecação mais forte, havendo sido desenvolvidos entre o Albiano e o Oligoceno. Os aplainamentos intermediários atingem cotas altimétricas entre 650 e 900 metros, equivalentes à superfície Sul-Americana proposta por King ou pediplano Pd2 de Bigarella ou superfície Sulamericana de Mabesoone e Castro. É localizada restritamente no interior em um nível denominado Cariris Velhos ou Soledade, com idade Miocênica, correspondente também à Depressão Sertaneja de Mabesoone e Castro, e superfície Velhas do Lester King ou Pd1 de Bigarella (CORREA et al., 2010).

O Pico do Jabre está inserido na zona geotectônica de Teixeira ou pluton Teixeira, pertencente a escarpa ocidental do Planalto da Borborema, e pertinente ao Pré-cambriano superior. A Serra de Teixeira apresenta-se com aproximadamente 100 km de extensão e 10 km de largura (CARVALHO, 1982).

Segundo Agra et al. (2004), o maciço de Teixeira caracteriza-se como umas das principais zonas serranas do Semiárido. A altitude geral do maciço é 700 m, atingindo até 1.197 m no Pico do Jabre, entre Maturéia e Teixeira. Para oeste, o nível de 700 m decresce progressivamente até 660 m, nos arredores de Princesa Isabel. Em diante, verifica-se uma rápida ascensão altimétrica, que supera os 1.000 m no maciço de Triunfo, onde forma um dos principais brejos de Pernambuco.

O conjunto formado pela Serra de Teixeira, disposto em sentido Leste-Oeste, apresenta um recuo de escarpas, com desníveis da ordem de até 500 m na face voltada para o pediplano sertanejo. A formação deste maciço residual, ocorreu a partir de uma erosão diferencial entre as rochas xistosas do pediplano e as graníticas do maciço, admitindo-se, portanto, a hipótese de que ela corresponde a uma linha de falha, considerando o seu traçado regular e o acentuado desnível de sua encosta norte. Compreende esta área um vasto conjunto estrutural de maciços residuais de granitos com intrusões de migmatitos, gnaises, micaxistos, filitos e quartzitos (CARVALHO, 1982).

Neste contexto, Correa et al., (2010), identificou que esta superfície faz parte da Morfoestrutura Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal. Este domínio corresponde à área morfológicamente mais afetada pelos arqueamentos, que atuaram sobre o Planalto da Borborema, exibindo as cimeiras mais elevadas e os relevos mais vigorosos. Assim tem-se na área, uma sucessão de maciços isolados, cristas e depressões intraplanálticas estreitas. Este setor do planalto é fortemente ondulado pela presença de intrusões brasileiras de diversas dimensões.

Para Czajka (1958) esta superfície corresponde ao eixo de arqueamento das superfícies somitais da Borborema, estruturado pelas serras da Baixa Verde (1.000-1.185

metros) e Teixeira (1.000-1.197 metros). Estes eixos possuem implicações geomorfológicas e o cruzamento dos mesmos, refletem as heranças da estrutura pré-cambriana reativada durante o Cenozoico.

A área apresenta-se no domínio megageomorfológico do Planalto da Borborema, porém sob influência das morfoesculturas: Escarpas ocidentais da Borborema, campos de Inselbergs e planície sertaneja. (Figura 4: D, E e F).

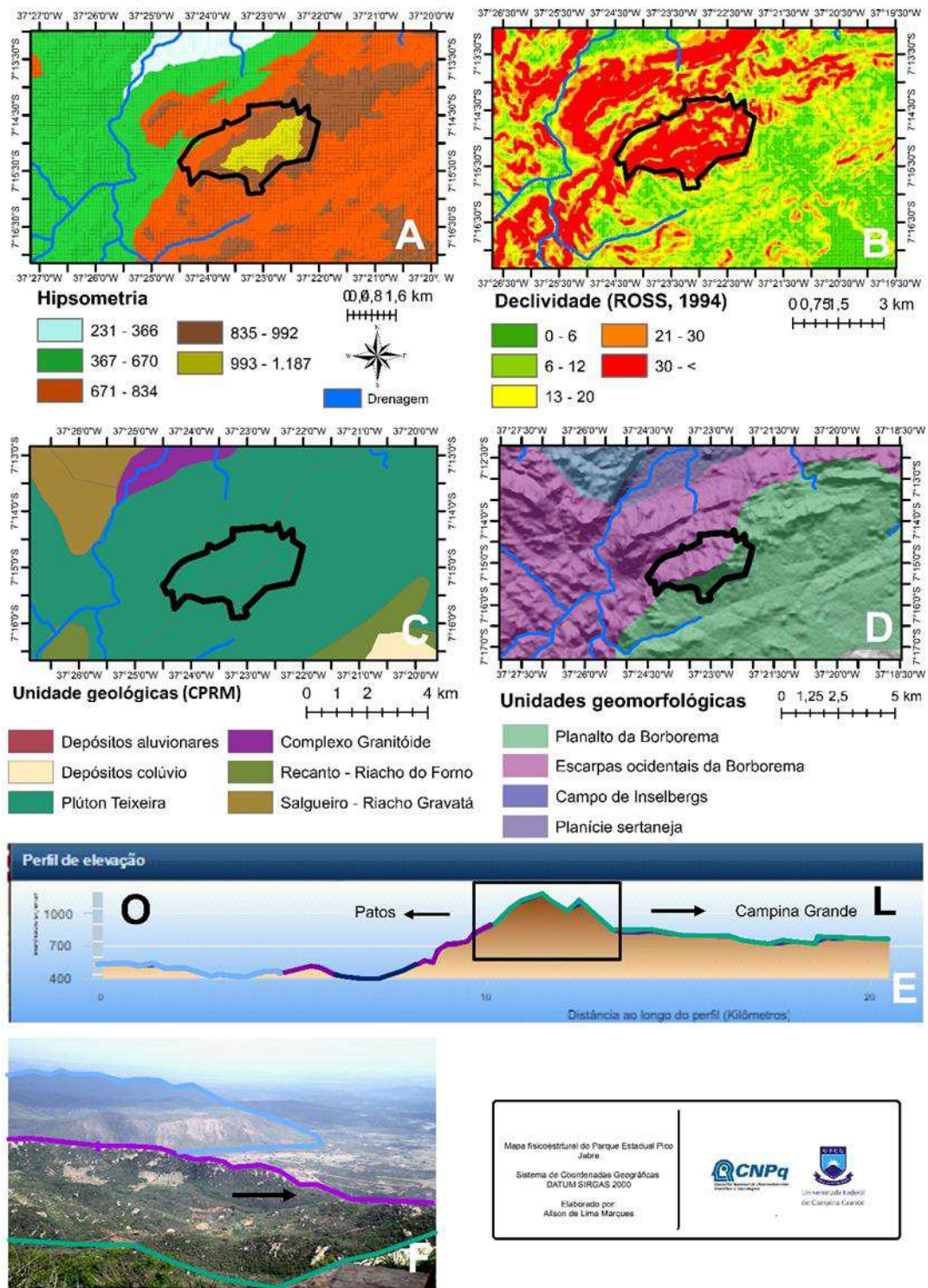
As escarpas ocidentais da Borborema são áreas de recuo abrupto e ora escalonados do Planalto da Borborema, sob maior intensidade do intemperismo físico em condições de sotavento. Para Correa et al. (2010) esta superfície é a vertente norte-ocidental do Planalto, que está submetida ao clima semiárido tropical, com larga estação seca e precipitações espasmódicas de verão-outono, exacerbado pelo efeito da sombra pluvial.

A Planície Sertaneja é o Pediplano Granítico, que define o limite ocidental como um semicírculo de Terras Baixas Semiáridas, separado do topo do Planalto pela escarpa, que ressalta os controles litológicos e estruturais. Para Ross et al. (1992), o Pediplano desenvolve-se por processo erosivo, com regressão de escarpas, típico de Climas Áridos a Semiáridos, com coalescência e expansão de áreas planas do "pé de monte" (piedmont ou bajadas), que apresentam tênue capeamento de material fragmentário (pedimento) e rocha nua na frente de leques aluvionares.

Os campos de inselbergs na chamada Depressão de Patos, reúne uma superfície de dissecação diferencial, que quando afetada por um clima mais úmido foram controladas pelo intemperismo químico, que é o principal fator de sua gênese via erosão regressiva. Para Correa et al. (2001), nestes cinturões de dobramentos antigos, particularmente sob o Clima Tropical Úmido, as litologias mais resistentes, como os gnaisses leptiníticos e quartzitos, formaram estes Inselbergs. Estes elementos na paisagem do Pediplano, simbolizam a regressão da escarpa da Borborema e são testemunhos do momento em que formavam uma única unidade geomorfológica.

Ao analisar a hipsometria (Figura: 4 A), declividade (Figura 4 B) e a carta geológica da área é possível identificar, que o espaço reúne dois pontões dômicos, formando o complexo oriental mais alto do Nordeste setentrional, sob domínio do Plúton Teixeira (Figura 4 C), e que separa o Planalto da Planície Sertaneja. O primeiro pontão dômico à Nordeste abrange os 1.197 m, com declividade variando de 20 a 30% e o topo é plano, e o segundo à Sudoeste abrange os 1.100 m com declividade variando 20 a >30%. A zona oriental do complexo está a barlavento, e a zona ocidental está a sotavento, no limite com a Planície Sertaneja.

Figura 4. Mapa geomorfológico do Pico do Jabre-PB.

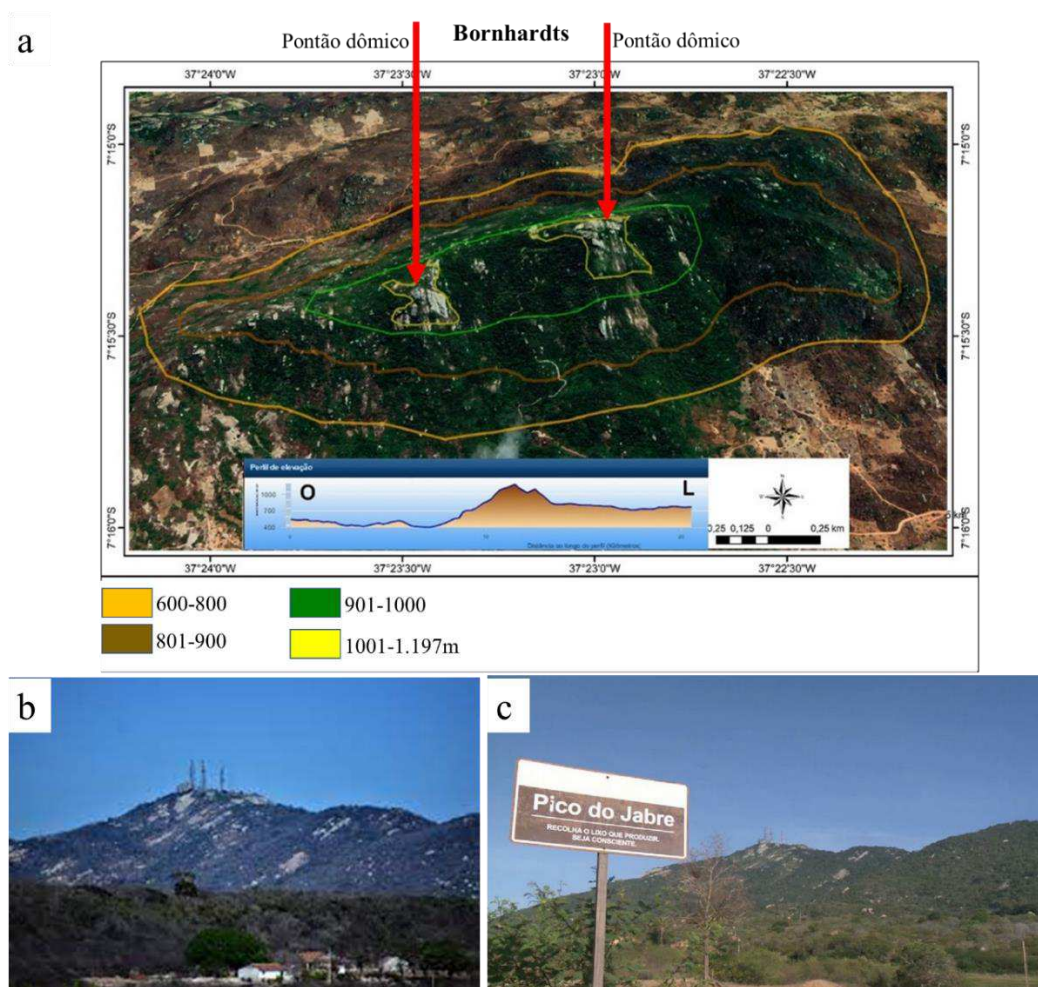


Fonte: Farias (2019).

4.2 Relevos graníticos do Pico do Jabre

Ao cruzar a geologia e geomorfologia, MDE, estudo de campo, terminologias de relevos graníticos, e levando em consideração a cobertura pedológica, se chega a conclusão que o Pico do Jabre é uma macroforma granítica do tipo Bornhardts com 6,9 km de extensão horizontal e cota máxima de 597 m de extensão vertical. É formado por dois pontões dômicos interligados por uma cobertura pedológica coluvial residual (Figura 5: a). Na figura 5: b tem-se uma visão L-O e na figura 5:c tem-se uma visão O-L, em diferentes ângulos e posições é possível verificar dois pontões e um nível inferior coluvial onde prevalecem microformas graníticas do tipo blocos.

Figura 5. Macroforma granítica do Pico do Jabre-PB.



Os Bornhardts são macroformas graníticas de cimeira dômicas alongadas, ou seja, pontões, cristas ou cumes que tiveram suas cimeiras aguçadas destruídas pela ação da etchplanação mediante gradual desgaste nas superfícies específicas das arestas, e

diáclases de descompressão via esfoliação nas fraturas (BIGARELLA et al., 2009; TWIDALE, 2002; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005; CAMPBELL, 1997; MIGÓN, 2006), são comuns por todo semiárido como já relatado por Henriques et al. (2020), Lima (2018), Maia e Nascimento (2018), Maia et al. (2015) e Lima (2009).

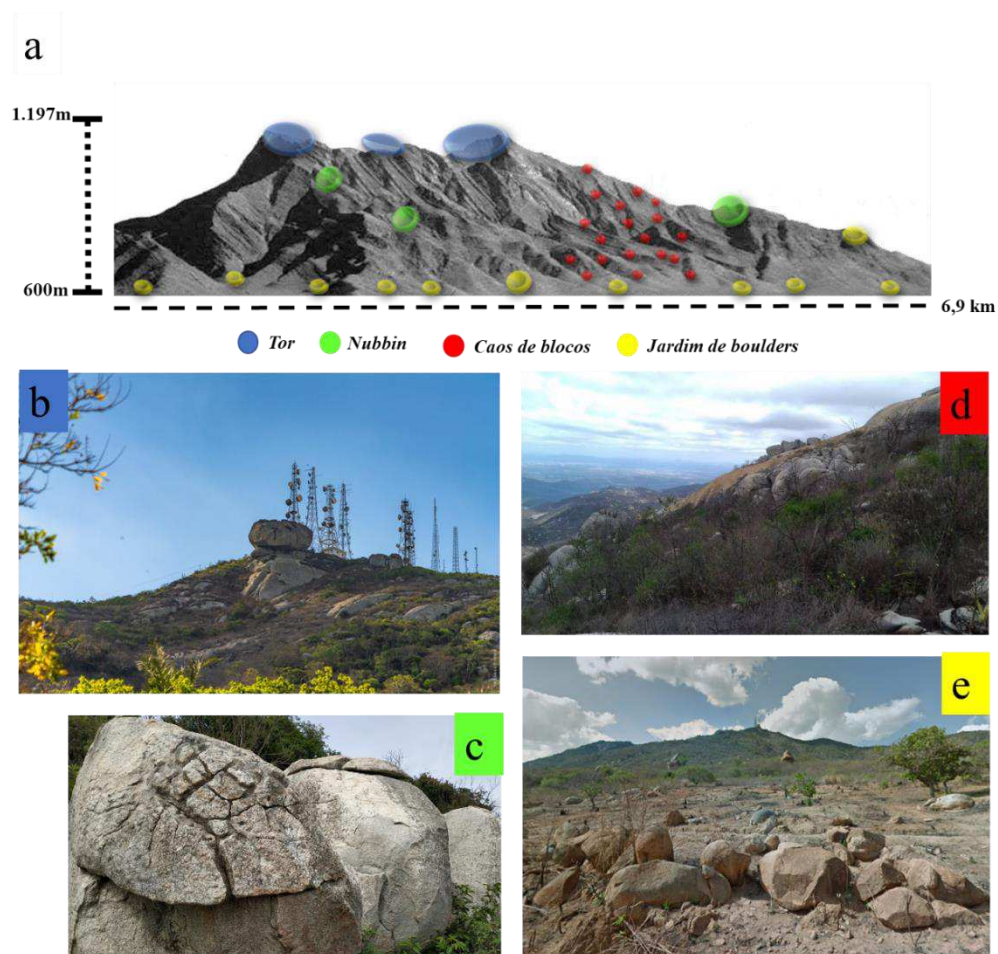
O produto da erosão do manto de alteração dos Bornhardts são as microformas, blocos que progressivamente estão sendo exumados e gradativamente são arredondados pelos desgastes das arestas. Importante destacar que dentro do manto de alteração prevalece o processo de episaturação que causa hidrólise, principalmente, dos feldspatos e biotitas.

No Pico do Jabre podem ser identificadas quatro tipos de microformas de fraturamento de blocos (Boulders) (Figura 6: a): Tor (Figura 6: b), Nubbin (Figura 6:c), Caos de blocos (Figura 6: d) e Jardim de blocos (Figura 6: e).

É comum encontrar Tors associados a Bornhardts na paisagem (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009), no Pico do Jabre eles estão presentes em todas as vertentes do Bornhardt, sua origem ocorre da gradual esfoliação formando placas que vão se despreendendo e se acomodando uma sobre a outra nos planos de fraturas até que sejam totalmente consumidas e são comuns nessa paisagem.

Os Nubbin no Pico do Jabre estão localizados onde há degraus estruturais e formação de afloramentos horizontais, onde eles se assentam e vão perdendo placas influenciadas principalmente pela gravidade. Caos de blocos são blocos arredondados de variáveis granulometrias que acompanham o declive e formam um manto angular granítico assentado no manto pedológico. Já o jardim de blocos são blocos que sempre estiveram ali decorrentes da denudação ou rolaram no declive. Importante destacar que ambos são corestones, ou seja, os produtos diretos e mais antigos da denudação, e modelam a paisagem. Também são as microformas mais comuns do Pico do Jabre.

Figura 6. Microformas de fraturamento de blocos (boulders) do Pico do Jabre.



Também podem ser encontradas duas microformas de dissolução muito comuns em toda paisagem granítica: Gnammas e Tafoni. Os Tafoni são comuns no Pico do Jabre e estão associados a granitos granulares (Figura 7: a). Já as Gnammas se apresentam como cavidades horizontais nas linhas de fraturas da superfície granítica decorrente de episaturação e endosaturação progressiva com hidrolise dos minerais que causa brumificação nas bordas. São pouco expressivas no Pico do Jabre (Figura 7: b).



Nesse contexto o Pico do Jabre se caracteriza como um maciço residual estruturado por rochas granitoides que formam macroformas e microformas estruturadas em linhas de falhas. Tal característica confirma a hipótese que aquele maciço é um resíduo paleoambiental que tinha um expressivo manto de alteração de no mínimo 700m de espessura, o que conduz a condições climáticas antagônicas ao clima semiárido. Corrobora essa discussão o fato da entrada do clima semiárido na região nordeste.

Não restam dúvidas de que a etchplanção deu origem ao perfil de alteração do Pico do Jabre, porém a exumação das formas graníticas só aconteceu quando o clima semiárido se instalou e a pediplanção se estabeleceu.

Segundo Bigarella et al. (1965) e Ab'Sáber (1969), no pediplano o clima semiárido a árido acompanhado de chuvas torrenciais são responsáveis pela destruição, mobilidade dos sedimentos e substituição da vegetação florestal. E assim, as rochas são desnudadas, dando origem a afloramentos, associados a superfícies de erosão.

A cronologia da Etchplanção no Pico do Jabre pode ser interpretada a partir da compreensão de formação de solos profundos em condições climáticas hiper-umidas do Oligoceno, chegando a haver precipitações em torno de 9 mil mm bem distribuídos em todas as estações e temperaturas médias de 27 graus (COSTA, 1991; HORBE & COSTA, 1999, 2005; TARDY, 1993; TARDY & ROQUIN, 1998; NUNES & ESPINDOLA, 1985, 1990, 1993). Nesse contexto, do Mioceno médio ao Recente, esse manto de alteração foi

submetido ao dismantelamento, ao serem expostos a ciclos de condições climáticas mais secas e torrenciais (AB'SABER, 1952, 1969, 1977, 2000, 2002).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que este estudo possa auxiliar na identificação e caracterização das diferentes formas de relevos graníticos encontrados no semiárido nordestino, além de contribuir na interpretação da evolução geomorfológica e paleoclimática em escala regional.

6 REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Gênese das vertentes pendentes em inselbergs do Nordeste brasileiro. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 14, p. 6-8, 1969.

AB'SÁBER, A. N. O Planalto da Borborema na Paraíba. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, n. 13, p. 54-73, 1952.

AB'SÁBER, A. N. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil Intertropical. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 53, p. 1-19, 1977.

AB'SÁBER, A. N. Spaces occupied by the expansion of dry climates in South America during the Quaternary ice ages. Tradução Paulo Vanzolini. *Revista do Instituto Geológico*, v. 21, n. 1-2, p. 71-78, 2000.

AB'SÁBER, A. N. O Nordeste Brasileiro e a Teoria dos Refúgios, Trópico e Meio Ambiente, *Anais do Seminário de Tropicologia*, Recife, Massangana. 2002.

AGRA, M. de F.; BARBOSA, M. R. de V.; STEVENS, W. D. Levantamento florístico preliminar do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil. In: *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação*. Organizadores, PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

BASTOS, Frederico de Holanda et al. RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA. Nov. 2021.

BIGARELLA, J. J.; MOUGINHO, M. R. Slope Development In Southeastern And Southern Brazil. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 10, p. 150-160, 1965.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. Estrutura e origem das paisagens Tropicais e subtropicais. Vol. 3. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

CAMPBELL, E. M. Granite land form. *Journal of the Royal Society of Western Austrália*, v.80, n. 3, p. 101-112, sept. 1997.

CARVALHO, Maria Gelza R. F. de. Classificação Geomorfológica do Estado da Paraíba. João Pessoa: Ed. Universitária/Funape, 1982.

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.

CORREA, A.C.B; TAVRES, 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, 2010.

COSTA, M.L. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. Rev. Bras. Geo, 21:146-160. 1991.

CZAJKA W. Estudos geomorfológicos no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, v. 20, n .2, p. 135-180, 1958.

GILL, Robin. Igneous rocks and processes: a practical guide. Wiley-Blackwell: A John Wiley and Sons Ltd., 2010. 472 p.

HENRIQUES, Diógenys da Silva; SOUZA, Anny Catarina Nobre de.; SOUZA, S. D. G.; SOUSA, M. L. M. Heranças da paisagem semiárida: Os Relevos Residuais de Alexandria-RN, Brasil. REVISTA CERRADOS (UNIMONTES), v. 18, p. 208-226, 2020.

HORBE, A. M. C.; COSTA, M. L. Geochemical evolution of a lateritic Sn-Zr-ThNb-Y-REE-bearing ore body derived from apogranite: the case of Pitinga, Amazonas – Brazil. Journal of Geochemical Exploration, v. 66, p. 339 – 351, 1999.

HORBE, A. C.; COSTA, M. L. Lateritic crusts and related soils in eastern Brazilian Amazonia. Geoderma (Amsterdam), v. 126, n.2005, p. 225-239, 2005.

HUGGETT, Richard John. Fundamentals of geomorfology. 2. Ed. Londres: Taylor e Francis, 2007. 483p.

LIMA, D.L.S. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2018.

LIMA, M. G. A História do Intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: Implicações Paleoclimáticas e Tectônicas. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica). Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2008. 594p.

MABBUTT, J. A. Basal surface or weathering front. Proceedings of the Geologists' Association, London, v. 72, p. 357-358, 1961.

MABESSONE, J. M.; CASTRO, C; Desenvolvimento Geomorfológico do Nordeste Brasileiro, Boletim do núcleo Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia.3, 1975.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. Mercator (UFC), v. 13, p. 127-141, 2014.

MAIA, Rúbson Pinheiro; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, n. 2, 2018.

MAIA, Rubson Pinheiro et al. Paisagens graníticas do Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

MAIA, Rubson Pinheiro. Erosão diferencial e propriedades geomorfológicas das rochas—exemplos do NE Brasileiro. Revista de Geociências do Nordeste, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2017.

MAIA, Rubson Pinheiro et al. Geomorfologia do campo de Inselbergues de Quixadá, nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, n. 2, 2015.

MIGÓN, P. Granite geomorphology. *In*: GOUDIE, Andrew S. Encyclopedia of geomorphology. Londres: Taylor & Francis, p. 490-493, 2006.

MORAIS NETO, J. M. de et al. Age of the Serra do Martins Formation, Borborema Plateau, northeastern Brazil: constraints from apatite and zircon fission track analysis. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 16, p. 23-52, 2008.

NUNES, E.; ESPINDOLA, C. R. Mineralogia da Fração Argila de Solos Desenvolvidos sobre o Grupo Barreiras no Rio Grande do Norte. Boletim de Geografia Teorética, v. 15, n.29/30, p. 354-361, 1985.

NUNES, E.; ESPINDOLA, C. R. Mineralogia da Fração de Latossolos desenvolvidos sobre a Formação Serra dos Martins no Rio Grande do Norte. Geociências, v. 9, n.1, p. 179-187, 1990.

NUNES, R.; ESPINDOLA, C. R. Morfologia, Granulometria e Químicas dos Solos de Superfícies Terciárias do Rio Grande do Norte. Geociências, v. 12, n.2, p. 493-502, 1993.

ROSS, J. L. S. - O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º. 6, 17-29, 1992.

SALGADO, A. A. R. Superfície de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. *Geografias*, v. 3, n. 1, p. 64-78, 2007.

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C. A. Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba. Serviço Geológico do Brasil/CPRM, Brasília, p. 1-110, 2002.

SOUZA, Anna Sabrina Vidal de. Controle estrutural em inselbergues: uma análise acerca do papel de veios e diques na morfologia granítica. 2021.

TAYLOR, G. Regolith. *In: GOUDIE, A. S. Encyclopedia of geomorphology*. Londres: Taylor & Francis, 2006. p. 835-837.

TAYLOR, G.; EGGLETON, R. A. *Regolith Geology and Geomorphology*. Chichester: John Wiley & Sons, 2001.

TARDY Y. & ROQUIN C. 1998. Dérive des continents. Paléoclimats et altérations tropicales. BRGM, 473p.

TARDY Y. 1993. *Pétrologie des latérites et des sols tropicaux*. Masson, Paris, 535p.

THOMAS, M. F. *Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes*. Chichester: Publisher John Wiley and Sons, 1994. 460p.

TWIDALE, C. R. *Granite Landforms*. Elsevier, Amsterdam, 1982.

TWIDALE, C. R. The research frontier and beyond: granitic terrains. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. *Geomorphology*, 7, p. 187-223, 1993.

TWIDALE, C. R. The two-stage concept of landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of an idea. *Earth-Science Reviews* 57, p. 37-74, 2002.

TWIDALE, C. R.; LAGEAT, Y. Climatic geomorphology: a critique. *Progress in Physical Geography*, vol.18, n. 3, p. 319-334, 1994.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. *Landforms and Geology of Granite Terrains*. CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 2005.

VITTE, A. C. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 16, p. 105-118, 2005.