

A INFLUÊNCIA DAS DESCONTINUIDADES ESTRUTURAIS NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO GEOSSÍTIO CÂNION DOS APERTADOS

*THE INFLUENCE OF STRUCTURAL DISCONTINUITIES ON THE FLORISTIC
COMPOSITION OF THE CÂNION DOS APERADOS GEOSITE*

*LA INFLUENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES ESTRUCTURALES EN LA
COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA GEOSITA CÂNION DOS APERADOS*

ASSUCENA NOGUEIRA BATISTA DANTAS¹
CAMYLLA DA SILVA DANTAS²
JOÃO RAFAEL VIEIRA DIAS³
ABNER MONTEIRO NUNES CORDEIRO⁴

¹Graduanda em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
E-mail: assucenadantas@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-462>

²Geógrafa e Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

E-mail: dantasscamylla@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0315-0829>

³Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

E-mail: jrafael.ufrn@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0811-1093>

⁴Professor do Departamento de Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

E-mail: abner.cordeiro@ufrn.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4867-7083>

RESUMO

Afloramentos rochosos ocorrem em todos os domínios climáticos, contudo, nas regiões tropicais do globo, sob clima árido e semiárido, apresentam maior abundância. Apesar de apresentarem condições ambientais severas, em comparação ao entorno, apresentam microhabitats de maior umidade em fraturas, fissuras e pequenas cavidades que são favoráveis ao estabelecimento da vegetação. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar os aspectos geológicos e geomorfológicos do Geossítio Cânion dos Apertados, e como estes influenciaram na distribuição e ocorrência das espécies vegetais. Para alcançar o objetivo proposto, foram realizadas revisões bibliográficas e cartográficas, e trabalhos de campo que objetivaram analisar a influência das superfícies de descontinuidades do Cânion dos Apertados, na distribuição e composição florística. Os resultados indicam que nos paredões rochosos, com forte inclinação, predominam espécies vegetais das famílias Bromeliaceae e Cactaceae, enquanto que nos afloramentos quartzíticos que bordejam o canal do rio Picuí e nas barras fluviais, em função da maior disponibilidade de substrato e umidade, predominam espécies de estrato arbóreo-arbustivo (famílias Bignoniaceae e Fabaceae) que, em sua maioria, são espécies de mata ciliar.

Palavras-chave: Nordeste Brasileiro; Aforamento Rochosos; Deformações Rúpteis; Caatinga.

ABSTRACT

Rocky outcrops occur in all climatic domains, being more abundant in arid and semi-arid tropical contexts. Even with severe environmental conditions, these outcrops present microhabitats with higher humidity in fractures, fissures and small cavities that are favorable for the establishment of vegetation. The present work aimed to analyze the geological and geomorphological aspects of the Apertados Canyon Geosite, and how these influenced in the distribution and occurrence of plant species. During the development of the work, bibliographical and cartographic reviews and fieldwork were carried out to analyze the influence of the discontinuity surfaces of the Apertados Canyon on the distribution and floristic composition. The results indicate that on rocky walls with a strong slope, plant species from the Bromeliaceae and Cactaceae families predominate. In the quartzite outcrops that border the Picuí river channel and in the river bars, due to the greater availability of substrate and humidity, species from the arboreal-shrub stratum (families Bignoniaceae and Fabaceae) predominate, which, for the most part, are riparian forest species.

Keywords: Northeast Brazilian; Rocky Outcrops; Ruptile Deformations; Caatinga.

RESUMEN

Los afloramientos rocosos se encuentran en todos los dominios climáticos, sin embargo, en las regiones tropicales del globo, bajo climas áridos y semiáridos, son más abundantes. A pesar de presentar condiciones ambientales severas, en comparación con el entorno, presentan microhábitats con mayor humedad en fraturas, fisuras y pequeñas cavidades que son favorables para el establecimiento de la vegetación. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo analizar los aspectos geológicos y geomorfológicos del Geosítio Cânion dos Aperdados, y cómo estos influyeron en la distribución y ocurrencia de especies

vegetales. Para lograr el objetivo propuesto se realizaron revisiones bibliográficas, cartográficas y trabajo de campo para analizar la influencia de las superficies de discontinuidad del Cañón Apertado en la distribución y composición florística. Los resultados indican que en las paredes rocosas, de fuerte pendiente, predominan especies vegetales de las familias Bromeliaceae y Cactaceae, mientras que en los afloramientos cuarcíticos que bordean el cauce del río Picuí y en las barras del río, debido a la mayor disponibilidad de sustrato y humedad. Predominan especies de estrato arbóreo-arbustivo (familias Bignoniaceae y Fabaceae) que, en su mayor parte, son especies de bosques ribereños.

Palabras clave: Nordeste brasileño; Afloramientos rocosos; deformaciones frágiles; Caatinga.

INTRODUÇÃO

Afloramentos rochosos ocorrem em todos os domínios climáticos, no entanto, nas regiões tropicais do globo, sob clima árido e semiárido, apresentam maior abundância (Frahm, 1996). Esses ambientes são caracterizados por oscilações térmicas, escassez hídrica, ventos dissecantes e elevadas taxas de evaporação (Oliveira; Godoy, 2007), e como consequência das severas condições ambientais, os afloramentos rochosos apresentam vegetação que difere da área de entorno (Porembski, 2007). Geralmente, as espécies vegetais ocorrentes sobre afloramentos rochosos apresentam adaptações fisiológicas e morfológicas para sobrevivência em ambientes xéricos (Porembski et al., 2000).

Neste sentido, esses ambientes apresentam condições edáficas (desprovidos de cobertura de solo) e microclimáticas (alta insolação e elevada evaporação) que se diferenciam dos demais (Porembski et al., 1998). Entretanto, apresentam uma alta biodiversidade e refúgio para vegetação, devido que foram frequentemente preservados dos impactos humanos, em decorrência da pouca atratividade para o desenvolvimento de determinadas atividades extrativistas, por exemplo, a agricultura (Pitrez, 2006).

Conforme Araújo et al. (2008), as comunidades de plantas são elementos exuberantes em afloramentos rochosos, onde se destacam sobremaneira as espécies adaptadas à seca, entre elas as suculentas e plantas vasculares tolerantes à dessecação. Embora evidencie condições ambientais mais severas que as do entorno (Phillips 1981; Ab'Sáber, 2003), como alta radiação solar, baixa disponibilidade de sustrato e água (Fabricante et al., 2010), os afloramentos rochosos apresentam diversos microhabitats, como fendas, fissuras, pequenas depressões e rocha exposta, favoráveis ao estabelecimento da vegetação (Porembski, 2007).

Diversos estudos são desenvolvidos em todo o mundo a respeito da vegetação de afloramentos rochosos, dentre os quais podemos destacar Porembski e Barthlott (1992), Barthlott et al. (1993), Porembski et al. (1994), Ibisich et al. (1995), Porembski et al. (1997), Szarzynski (2000), entre outros, que associam as condições eminentes desses ambientes com a ocorrência da biodiversidade. No Brasil, os estudos de cunho florístico nestes ambientes têm maior atenção a partir da década de 1990 (Silva, 2016). Entre eles destacam-se os trabalhos de França et al. (1997), Porembski et al. (1998), Meirelles et al. (1999), Caiafa e Silva (2007), Ribeiro et al. (2007), Conceição et al. (2007), dentre outros.

Contudo, cabe destacar que a maioria desses estudos são direcionados principalmente aos afloramentos granito-gnaisses em detrimento daqueles afloramentos de quartzito-arenito e calcário, por exemplo. Scarano (2007) confirma essa afirmação, quando em sua revisão sobre a vegetação em afloramentos rochosos no Brasil, faz um panorama a respeito das publicações que tinham sido feitas até o momento, onde a maioria das pesquisas se direcionaram a afloramentos graníticos. Afloramentos rochosos ocorrem de norte a sul do Brasil (Martinelli, 2007), mas surgem preferencialmente em regiões de clima árido e semiárido (Porembski et al., 1998) onde, no Brasil, destacam-se a Caatinga e o Cerrado como principais biomas para a ocorrência.

Os afloramentos rochosos na porção setentrional da Província Borborema, localizados no domínio das caatingas, na maior parte dos casos estão associados a características litológicas dos granitos (e.g., monzogranitos e sienogranitos) das suítes intrusivas Dona Inês e Itaporanga (Angelim et al., 2006), datadas do Ediacarano (≈650 a 540 Ma). No entanto, afloramentos

rochosos de outras litologias são encontrados na Província Borborema, formando sequências de cristas estruturais constituídas por quartzito, que geralmente ocorrem associadas a estruturas de deformação dúcteis pré-cambrianas relacionadas à Orogênese Brasileira.

Nessa perspectiva, afloramentos rochosos quartzíticos inseridos na porção setentrional da Província Borborema também apresentam alta biodiversidade, configurando-se como refúgio da vegetação, assim como aqueles descritos para afloramentos de granito-gnaisses (e.g., Porembski, 2007). A ocorrência das espécies está intrinsecamente associada aos fatores estruturais da rocha (e.g., fraturas e fissuras) que proporcionam condições adequadas para o estabelecimento da vegetação a partir, por exemplo, da disponibilidade de substrato e teor de umidade.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar os aspectos geológicos e geomorfológicos do Geossítio Cânion dos Apertados, e como estes influenciaram na distribuição e ocorrência de espécies vegetais.

Área de estudo

O Geossítio Cânion dos Apertados, integrante do Seridó Geoparque Mundial da Unesco, localizado no município de Currais Novos, Rio Grande do Norte, trata-se de uma feição fluvial do tipo cânion, resultado dos esforços erosivos do rio Picuí para seccionar a barreira orográfica imposta pela crista quartzítica estrutural, regionalmente conhecida como Serra das Umburanas.

A Serra das Umburanas corresponde a uma antiforme regional, alongada na direção N-NE, e seccionada, em determinados setores, por falhas de direção W-E. A orientação N-NE é estabelecida por zonas de cisalhamento transcorrentes de cinemática dextral, representadas a leste e a oeste, respectivamente, pelas zonas de cisalhamento Umburanas (ZCU) e Frei Martinho (ZCFM).

Geologicamente encontra-se inserida no contexto tectônico-estratigráfico do Domínio Rio-Piranhas Seridó (DRPS) (Jardim de Sá et al., 1997), sendo este delimitado a leste, a oeste e a sul, pelas zonas de cisalhamento de Picuí-João Câmara, Portalegre e Patos, respectivamente (Jardim de Sá et al., 1997; Campelo, 1999; Angelim, 2006; Medeiros, 2008). Tal domínio é formado por rochas do embasamento paleoproterozoico (Complexo Caicó) e supracrustais ediacaranas do Grupo Seridó (Jardim de Sá; Salim, 1980; Jardim de Sá, 1994).

As rochas do embasamento paleoproterozoico de alto grau metamórfico do DRPS, representadas pelo Complexo Caicó (Souza et al., 2007), são constituídas, basicamente, por gnaisses e migmatitos ricianos (Meunier, 1964; Ferreira; Albuquerque, 1969), também denominadas por Jardim de Sá (1994) de embasamento gnáissico-migmatítico. Por outro lado, as supracrustais neoproterozoicas do Grupo Seridó, são constituídas por rochas metamórficas das Formações Jucurutu (paragnaisses e mármores), Equador (quartzito) e Seridó (micaxistos) (Jardim de Sá; Salim, 1980; Jardim de Sá, 1994; Medeiros et al., 2012).

A Serra das Umburanas é constituída por quartzitos puros, micáceos e conglomeráticos da Formação Equador, cuja mineralogia apresenta um percentual em quartzo (75%), muscovita (22%), biotita (2%) e acessórios, como minerais opacos, hornblenda, epidoto e apatita (somando ao todo 1%) (Medeiros; Dantas, 2015). O maior percentual em minerais poucos alteráveis, como o quartzo, implicam em uma maior resistência química e mecânica da rocha (Pech, 2005), tornando-a mais resistentes aos processos denudacionais.

Geomorfológicamente, esse relevo residual está inserido na superfície erosiva rebaixada, mais conhecida como “Depressão Sertaneja” (Ab’Sáber, 1974), onde, a porção mais elevada é representada pelo antiforme quartzítico da Serra das Umburanas. Ab’Sáber (1974) destaca que nessas áreas tem-se a ocorrência de afloramentos rochosos, drenagens intermitentes e mantos de alteração com pouca profundidade.

Segundo Valadão (2009), as depressões sertanejas são oriundas de um longo e intenso processo denudacional, responsável pela erosão das rochas e complexos litoestruturais, que teve início no neocenoico.

O quadro climático da área de estudo é condicionado, principalmente, pela Zona de Convergência Intertropical (Diniz; Pereira, 2015) que, segundo Melo et al. (2009), é o principal sistema atmosférico de grande escala responsável pelas precipitações na região equatorial do Oceano Atlântico e regiões adjacentes.

O Cânion dos Apertados e adjacências, apresentam clima tropical semiárido quente e seco, com baixas precipitações, que chegam a 600 mm/ano, e temperaturas médias de 27,5 °C (Beltrão et al., 2005). Estas condições ambientais proporcionam a ocorrência da vegetação de caatinga xerófila e hiperxerófila, caracterizada por espécies de arbustos e cactáceas.

Em razão de um curto período de chuvas, a hidrografia da região apresenta rios intermitentes com padrão de drenagem dendrítico. A Serra das Umburanas está totalmente compreendida nos limites da bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, mais precisamente na sub-bacia do Rio Picuí, tendo suas principais nascentes localizadas na escarpa ocidental do Planalto da Borborema.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método empregado envolveu ampla revisão bibliográfica especializada na evolução litoestrutural e geomorfológica da porção setentrional da Província Borborema, assim como sobre a gênese de descontinuidades estruturais (e.g., falhas, fissuras e veios), as quais condicionam microambientes de maior umidade e substrato em afloramentos rochosos para o estabelecimento da vegetação. O trabalho de mapeamento das estruturas de descontinuidade foi realizado a partir de arquivos *shapefile*, levando-se em conta o mapa da Província Pegmatítica da Borborema, na escala 1:250.000 (Cabral Neto et al., 2018), a Folha SB.24-Z-B-II Currais Novos, na escala de 1:100.000 (Dantas et al., 2012) e complementado com observações realizadas em campo, em decorrência da escala de detalhamento adotada. Por fim, os dados vetoriais foram analisados e editados em ambiente SIG por meio do *software* livre QGIS versão 3.22 (QGIS TEAM, 2023).

A etapa de levantamento de dados por meio de atividades de campo foi imprescindível para a pesquisa, tendo como objetivo associar as descontinuidades estruturais à ocorrência de vegetação, bem como, identificar as principais espécies que colonizam as encostas do cânion. Para isso, foi realizado um percurso por todo corpo do Cânion dos Apertados, a começar pela parte oriental da Serra das Umburanas, e finalizado na parte ocidental, totalizado um percurso de ≈8 km. Os trabalhos de campo foram de suma importância para o reconhecimento de toda a área de estudo em escala de detalhe, assim como para compor um amplo acervo fotográfico, viabilizado através do uso de câmera fotográfica, *smartphone* e veículo aéreo não tripulado (Vant) modelo DJI Mini 2.

As imagens produzidas subsidiaram a interpretação da correlação entre as descontinuidades estruturais nos quartzitos da Formação Equador (Grupo Seridó) e a ocorrência de vegetação nesses planos de fraqueza. Portanto, para apresentação desses resultados também foram produzidos esquemas nas fotos obtidas em campo, por meio do *software* de edição *paint*.

Denudação do Grupo Seridó e exposição da Formação Equador

A estruturação da Província Borborema teve sua origem datada do Neoproterozoico (750-540 Ma) (Brito Neves et al., 2000; Arthaud, 2007), atrelada aos esforços compressivos da Orogênese Brasileira (Castro et. al., 2012). Já os principais relevos do Nordeste setentrional brasileiro têm sua gênese epirogênica associada à fragmentação de Pangea (Matos, 2000), ao rifteamento intracontinental Neocomiano (Claudino Sales; Peulvast, 2007), aos processos de soerguimentos associados a flexura marginal (Bétard; Peulvast, 2011; Claudino-Sales, 2016) e ao magmatismo cenozoico (Knesel et al., 2011).

A Orogênese Brasileira foi responsável pela geração de extensas zonas cisalhamentos transcorrentes de direção predominante NE-SW e E-W (Maia; Bezerra, 2014), posteriormente reativadas de forma rúptil no Cretáceo, gerando *trends* de lineamento de mesma direção (Castro et al., 2012). O condicionamento estrutural imposto pela Orogênese Brasileira induziu os processos denudacionais, por meio da erosão diferencial (Maia; Bezerra, 2014). Portanto, pode-se concluir que as litologias exumadas da Formação Equador, as quais formam alongamento de cristas formadas por quartzito, com orientação NE-SW, refletem o controle regional imposto pela Orogênese Brasileira.

As formações supracrustais de maior resistência do Grupo Seridó (e.g., quartzitos da Formação Equador), assim como os granitos brasileiros constituem os sobressaltos topográficos do Planalto da Borborema, a exemplo dos maciços graníticos, dos *inselbergs* e das cristas quartzíticas, os quais foram, possivelmente, colocados em condição de afloramento entre o Cretáceo Superior (≈ 100.5 Ma) e o Neógeno (≈ 23 Ma), tendo em vista que as ações denudacionais, no NE brasileiro, passaram a comandar a morfogênese regional em taxas inferidas entre $15-22 \text{ m.Ma}^{-1}$ para as superfícies erosivas rebaixadas da PB (Morais Neto et al., 2021).

O *rifteamento* intracontinental, que ocorreu durante os esforços para a abertura do Oceano Atlântico, condicionou o soerguimento generalizado da Província Borborema, a qual foi submetida a um longo período de denudação *syn-rift* (Peulvast; Bétard, 2021). Os testemunhos para justificar essa denudação são os sedimentos clásticos acumulados na Bacia Potiguar, entre 135 e 113 Ma (Bétard; Peulvast, 2011).

A etapa *rifting* no sistema de rifteamento Cariri/Potiguar, marcada por subsidência, teve início entre o Barremiano e Jurássico, em resposta aos esforços distensivos que separavam a América do Sul da África (Matos, 1992). Nessa época, o relevo do Nordeste era caracterizado por fossas tectônicas ativas, ao sul e norte, bordejadas por relevos elevados de ombros de *riffts* - o Maciço da Borborema, a leste e a sudoeste, e os maciços centrais do Ceará, a oeste (Claudino-Sales; Peulvast, 2007).

Dessa forma, a exumação dos maciços graníticos e das cristas quartzíticas, associadas a Formação Equador do Grupo Seridó, a exemplo da Serra das Umburanas, pode ser relacionada ao soerguimento que ocorreu durante essa etapa de *rifting*. Esse soerguimento modificou o gradiente regional do relevo, potencializando os processos denudacionais, que foram responsáveis pela colocação em superfície das litologias associadas a Formação Equador e, conseqüente esculturação, por erosão diferencial da Serra das Umburanas.

No cretáceo superior, possivelmente, a partir do Eocampaniano (≈ 83 a 72 Ma), a região da Serra das Umburanas (Faixa Seridó) (Jardim de Sá, 1994), e a área do Planalto da Borborema correspondentes ao ombro de *rift* oriental (Peulvast; Claudino Sales, 2000), sofreram novos soerguimentos em resposta aos movimentos de flexura da margem transformante do Estado do Rio Grande do Norte (Claudino Sales; Peulvast, 2007), configurando soerguimento do interior da plataforma continental e intensificação da ação denudacional sobre as litologias do Grupo Seridó.

A partir do Oligoceno (≈ 33 Ma), novas atividades magmáticas são registradas no sul da Bacia Potiguar, à exemplo do magmatismo Macau (Almeida, 1988; Silveira, 2006) que perdura até o Mioceno superior (Knesel et al., 2011). O magmatismo Macau, está relacionado a um mecanismo de convecção de borda, a qual se forma devido aos contrastes de densidades entre a crosta continental e a crosta oceânica (Knesel et al., 2011). Esse magmatismo proporcionou um espessamento crustal em determinados setores do Planalto da Borborema, configurando, assim, um processo de *underplating* magmático (Oliveira; Medeiros, 2012) que ocasionou o rejuvenescimento da rede de drenagem concomitante a um aumento das taxas de denudação e incisão fluvial.

A ocorrência de coberturas sedimentares siliciclásticas, Formação Serra do Martins (Cabral Neto et al., 2018), nos patamares de cimeira dos principais relevos residuais (e.g., Serra das Umburanas) e do Planalto da Borborema, atestam para uma notável inversão do relevo entre o Oligoceno e Mioceno (Medeiros; Oliveira, 2012; Maia; Bétard, Bezerra, 2016). Estes depósitos de origem fluvial (Menezes, 1999), em diferentes cotas topográficas apontam para uma complexa interação entre processos epirogênicos (e.g., magmatismo cenozoico e flexura marginal), que condicionaram o rebaixamento do nível de base e dissecação regional (Maia; Bétard, Bezerra, 2016).

A erosão diferencial sobre as litologias da área de estudo foi responsável pela denudação e consequente exposição do embasamento metamórfico mais resistente. Em razão de suas características litológicas, na área em análise, a Formação Equador constitui sequências de cristas alongadas constituídas por quartzito, configurando-se como sobressaltos topográficos na paisagem, circundadas por uma superfície erosiva rebaixada (Formação Seridó), constituída sobretudo por micaxistos (Formação Seridó).

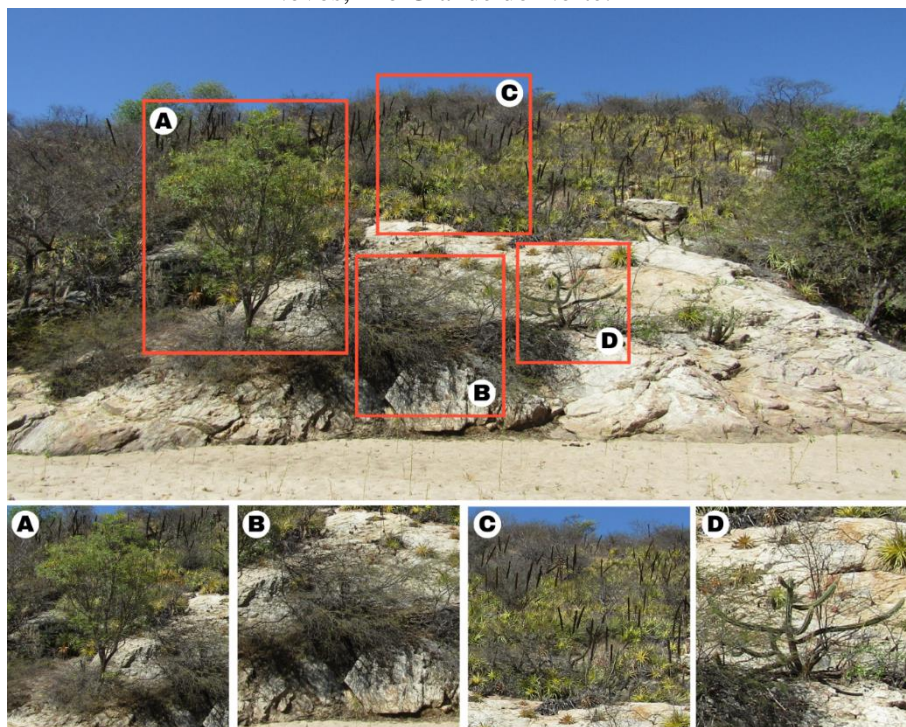
Desse modo, a atual configuração do relevo da área de estudo, orientado segundo a direção dos principais *trends* estruturais, zona de cisalhamento das Umburanas, a oeste, e pela zonas de cisalhamento de Frei Martinho, a leste, está intrinsecamente associado a eventos pretéritos, como, por exemplo, a Orogênese Brasileira (Brito Neves et al., 2003), o rifteamento intracontinental Neocomiano (Claudino-Sales; Peulvast, 2007), o processo de flexura marginal (Claudino Sales; Peulvast, 2007) e o magmatismo cenozoico (Knesel et al., 2011).

Composição e distribuição florística

Ocupando uma área de ≈ 862.818 km² do território brasileiro, o bioma caatinga apresenta características únicas em comparação aos demais biomas do globo (Santos et al., 2011). Dentre as particularidades, as diversas fisionomias da vegetação apresentam aspectos em tons de cinza na paisagem em decorrência da perda de folhagem, que ocorre durante o período de escassez hídrica (Andrade-Lima, 1981; Prado, 2003). Denominadas, em sua maioria, espécies xerófilas e caducifólias, apresentam este mecanismo de defesa e adaptação através das características anatômicas, com objetivo de controlar a perda de água por transpiração (Barros; Soares, 2013; Lima, 2021), frente às adversidades climáticas e ambientais da região (Albuquerque; Bandeira, 1995).

Classificada como Savana Estépica (Velooso; Rangel-Filho; Lima, 1991), a vegetação de caatinga é composta por cactáceas, bromélias, herbáceas, árvores e arbustos (Figura 1), os quais, o desenvolvimento e distribuição dependem inteiramente dos condicionantes ambientais (Andrade-Lima, 1981; Prado, 2003). Neste sentido, as características climáticas do semiárido brasileiro (e.g., altas temperaturas, balanço hídrico negativo, baixa umidade do ar, precipitações irregulares) são as principais responsáveis pela distribuição ecológica da paisagem, atuando em conjunto com os fatores do abióticos do meio físico (Rodal, 1992).

Figura 1: Diferentes tipos vegetacionais nas superfícies rochosas do Cânion dos Apertados, Currais Novos, Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No contexto do Geossítio Cânion dos Apertados, há relevante diversidade vegetal conforme a Figura 1 e quadro 1, onde consta as 18 espécies identificadas, distribuídas em dez famílias. A ocorrência destas espécies está relacionada diretamente as superfícies de descontinuidades (e.g., falhas, fissuras) que ocasionam nichos de intemperismo, onde durante o período chuvoso ocorre a infiltração da água que, conseqüentemente, proporciona maior teor de umidade e, em conjunto ao sombreamento e acúmulo de sedimentos, propicia a formação de microhabitats. Desse modo, os aspectos abióticos destas áreas atuam como refúgio das espécies, favorecendo o desenvolvimento da vegetação.

Quadro: Espécies vegetais identificadas ao longo do percurso do Geossítio Cânion dos Apertados.

Família	Espécie	Nome Popular
Anacardiaceae		
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemão	Aroeira
Apocynaceae		
	<i>Aspidosperma Pyrifolium</i> Mart. & Zucc	Pereiro
Areaceae		
	<i>Copernicia prunifera</i> (Miller) H.E. Moore	Carnaúba
Bignoniaceae		
	<i>Tabebuia aurea</i> Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Craibeira
Bromeliaceae		
	<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Macambira
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mufumbo
Cactaceae		

<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb	Coroa de frade
<i>Pilocereus gounellei</i> (Weber) Byles & Rowley	Xique-xique
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	Facheiro
Chrysobalanaceae	
<i>Licania rigida</i> Benth.	Oiticica
Euphorbiaceae	
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão bravo
<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & K. Hoffm.	
Fabaceae	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Catingueira
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poiret.	Jurema preta
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca
Lamiaceae	
<i>Vitex gardneriana</i> Schauer	Jaramataia

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A partir do exposto na Figura 1, também é possível analisar que os afloramentos rochosos não limitam a distribuição da vegetação, ao contrário, as características dessas superfícies condicionam o desenvolvimento das espécies vegetais, favorecendo maior diversidade biológica. Conforme pode-se observar na Figura 1, a vegetação que se desenvolve nas superfícies de descontinuidades pode apresentar diferentes estratos e tipos vegetacionais, onde: “A” destaca a espécie arbórea *Tabebuia aurea*; “B” *Mimosa tenuiflora* em estrato arbustivo, “C” *Bromelia laciniosa* do tipo herbácea; e “D” *Pilocereus gounellei* uma espécie de cactácea também em estrato arbustivo.

Vale destacar que em fissuras de menor proporção e maiores altitudes localizadas nos paredões quartzíticos do cânion, onde há maior exposição solar e, conseqüentemente, albedo e temperaturas elevadas (Figura 2E), há maior predomínio de bromélias (e.g., *B. karatas*, *B. laciniosa*) e cactáceas (e.g., *P. gounellei* e *P. pachycladus*) que, em geral, apresentam resistência ao déficit hídrico na Caatinga e, independente da estação, a comunidade tende a manter o mesmo padrão de distribuição (Oliveira; Prata; Ferreira, 2013).

A espécie *B. laciniosa* (Figura 2B), popularmente conhecida como macambira, possui maior distribuição nas superfícies rochosas devido não exigirem alto teor de substrato e umidade para seu desenvolvimento. Ou seja, no contexto da caatinga, trata-se de uma das espécies que melhor responde às altas temperaturas, onde, suas sementes não germinam na ausência de luz, comportando-se como fotoblásticas positivas, desenvolvendo-se melhor nas temperaturas mais altas (25° a 35° C) (Dutra; Teófilo; Medeiros, 2010).

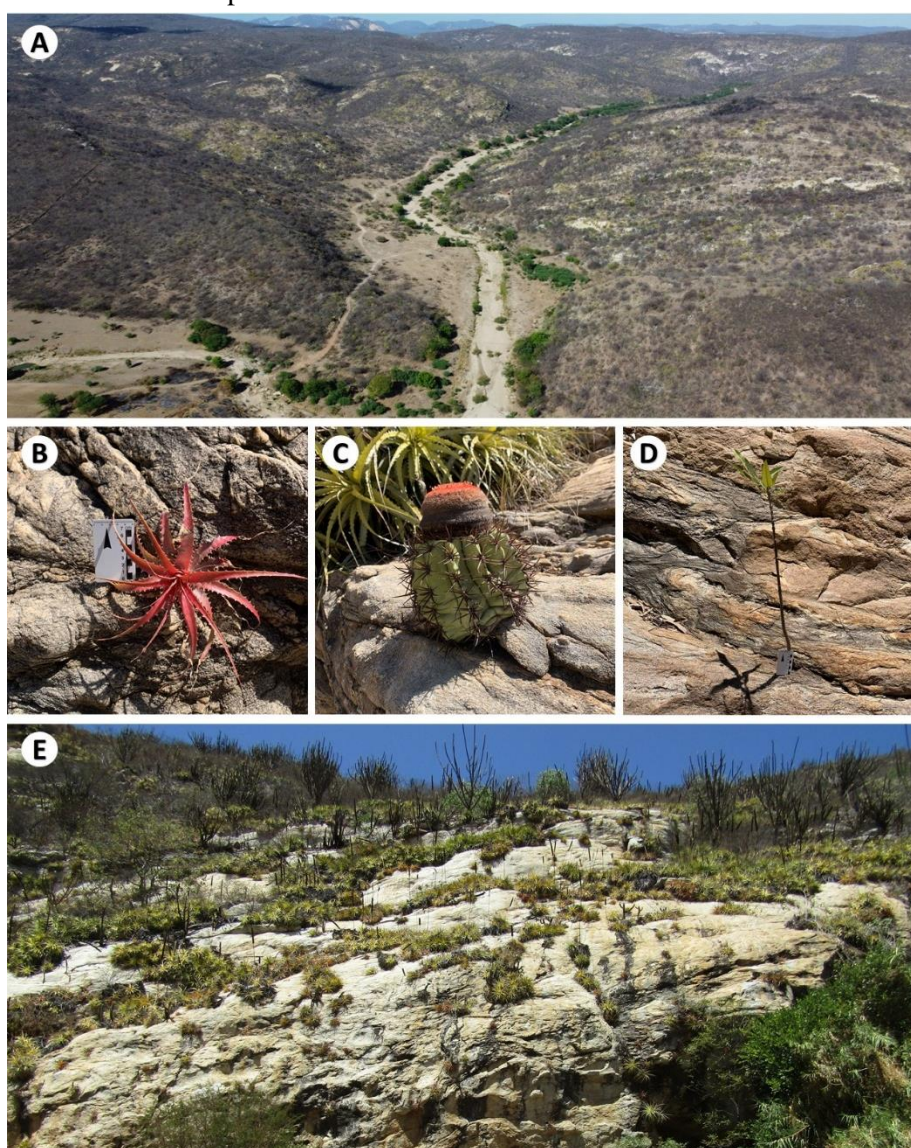
Portanto, as espécies da família Bromeliaceae possuem maior facilidade de dispersão e desenvolvimento na área de estudo, devido que as características anatômicas da espécie favorecem a tolerância aos aspectos de estresse hídrico. Do mesmo modo, o *Pilocereus gounellei* (Xique-xique), *Melocactus zehntneri* (Coroa de frade) e *Pilosocereus pachycladus* (Facheiro), espécies de cactáceas típicas do sertão nordestino resistentes às altas temperaturas e escassez hídrica.

No tocante às margens do cânion, a espécie típica da mata ciliar *Tabebuia aurea* (Craibeira) da família Bignoniaceae, mostrou ocorrência em fraturas e fissuras rochosas de diferentes proporções em todo o leito rochoso do cânion. O porte da espécie é arbóreo e o desenvolvimento depende totalmente da disponibilidade de sedimentos nestas superfícies de

descontinuidade, ou seja, quanto maior a disponibilidade de argilas e nutrientes, mais favorável será o ambiente para o desenvolvimento da espécie. Na Figura 2D é possível analisar a ocorrência de um indivíduo desta espécie em uma fissura de pequena proporção, onde, devido ao baixo índice de sedimento e umidade, o desenvolvimento tende a ocorrer de modo mais lento.

No geral, como se trata de um corpo hídrico intermitente, apesar de não haver água corrente no leito do rio, ao longo de todo ano, há maior disponibilidade de água no subsolo em decorrência ao lençol freático. Assim, essa particularidade possibilita que as espécies, geralmente, de porte arbóreo, localizadas no leito rochoso do Cânion dos Apertados permaneçam com folhagem durante o ano todo, principalmente, durante a estação seca, conforme mostra a Figura 2A, faixa verde que margeia parte da área de estudo.

Figura 2: Mosaico de imagens da área de estudo, onde: A) Imagem aérea de parte do Cânion dos Apertados; B) Ocorrência de bromélia em fissura; C) Ocorrência de cactácea em fissura; D) Ocorrência de árvore, ainda em porte herbáceo, em fissura; E) Paredões em rochas quartzíticas com predomínio de bromélias e cactáceas.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Vale destacar que o principal processo de dispersão das espécies da área de estudo é a hidrocoria e a anemocoria, onde, consecutivamente, a água e o vento são os principais agentes

de transporte das sementes. Essas dispersões tratam-se do deslocamento dos propágulos dos vegetais a partir da planta-mãe para outros locais, um processo essencial para o ciclo reprodutivo das plantas (Leão, 1990; Campos, 2017). Apesar de cada espécie vegetal possuir um mecanismo de dispersão de sementes (vento, água ou animal) para deslocamento e colonização de novas áreas, fator fundamental da heterogeneidade das populações vegetais (Campos, 2017), no Cânion dos Apertados a passagem e força da água são os principais responsáveis pela dispersão das sementes.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, as superfícies de descontinuidades, como fissuras e fraturas condicionam a ocorrência de distintos microambientes de maior umidade. Nesse contexto, pôde-se analisar que as proporções das fissuras não limitam o tipo vegetacional (e.g., arbóreas, arbustivas, cactáceas e bromélias) que colonizam esses microambientes, estando essa ocorrência relacionada diretamente à susceptibilidade de adaptação das espécies de caatinga, apesar que as espécies com maior predominância, bromélias e cactáceas, não exigem alto teor de umidade e maior quantidade de matéria orgânica para o desenvolvimento.

Todavia, quanto maior a disponibilidade de substrato e umidade, maior será a possibilidade de as espécies arbóreas e arbustivas atingirem os estádios ontogenéticos superiores, pois são fatores necessários para o desenvolvimento de todo ciclo vital da planta. Portanto, os resultados indicam que as superfícies de descontinuidades presentes nas rochas quartzíticas do Cânion dos Apertados favorecem o acúmulo de sedimentos que são propícios para a germinação das sementes das diferentes espécies vegetais, onde em alguns pontos favorece a distribuição de indivíduos de uma mesma espécie.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, n. 43, p. 1-39, 1974.
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê Editorial, 2003. 160 p.
- ALBUQUERQUE, S. G.; G. R. L. BANDEIRA. 1995. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 6, p. 885-891, 1995.
- ALMEIDA, F. F.M; HASUI, Y; BRITO NEVES, B. B; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras: uma introdução. **Earth-Science Reviews**, v. 1-2, p. 1-29, 1981.
- ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 4, p. 149-153, 1981.
- ANGELIM, L. A. A. Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/FAPERNA, 2006. 119 p.
- ARAI, M. A transgressão marinha mesocretácea: sua implicação no paradigma da reconstituição paleogeográfica do Cretáceo no Brasil. **Simposio sobre o Cretáceo do Brasil**, v. 5, n. 1999, p. 577-582, 1999.

ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA, R. F.; LIMA-VERDE, L. W. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. **Rodriguésia**, v. 59, p. 659-671, 2008.

BARROS, I. O.; SOARES, A. A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga brasileira. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.192–198, 2013.

BARTHLOTT, W.; GRÖGER, A.; POREMBSKI, S. Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: diversity and ecological differentiation. **Compte rendu des Séances de la Société de Biogéographie**, v. 69, n. 3, p. 105-124, 1993.

BELTRÃO, B. A.; ROCHA, D. E. G.; MASCARENHAS, J. D. C.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. D. T. M.; CARVALHO, V. G. D. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Currais Novos. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 12 p.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P. Evolução morfoestrutural e morfopedológica do Maciço de Baturité e de seu Piemont: do Cretáceo ao presente. In: BASTOS, F. H. (Org.). Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2011. p. 35-59.

CABRAL NETO, I.; SILVEIRA, F. V.; FERNANDES, P. R.; PAES, V. J. C.; SANTOS, L. D.; MEDEIROS, V. C. **Mapa geológico e de recursos minerais de lítio -Província Pegmatítica da Borborema**. Escala 1:250.000. Natal: CPRM, 2018.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 657-664, 2007.

CAMPELO, R. C. **Análise de terrenos na porção setentrional da Província Borborema, NE do Brasil: Integração de dados geológicos e gravimétricos**. 130f. Dissertação (Mestrado em Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

CAMPUS, A. C. M. **Dispersão de frutos e sementes na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia**. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Florestal) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; SOUSA, M. O. L.; FUCK, R. A. Influence of Neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar Basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on gravity and magnetic data. **Journal of Geodynamics**, v. 54, p. 29-42, 2012.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S. T. Florística, estrutura e solo da vegetação insular em quatro afloramentos de quartzito-arenito na Chapada Diamantina, nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 641-656, 2007.

DANTAS, E. P.; CRUZ, R. F.; NASCIMENTO, M. A. L.; DANTAS, A. R. Programa Geológico do Brasil. Currais Novos. Folha SB.24-Z-B-II, Escala 1:100.000. Recife: CPRM, 2012.

DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes de macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult). **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 12-17, 2010.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; MARQUES, F. J. Caracterização populacional de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um inselbergue da Caatinga paraibana. **Biotemas**, v. 1, p. 61-67, 2010.

FERREIRA, J. A. M.; ALBUQUERQUE, J. P. T. **Sinopse da geologia da Folha Seridó**. Recife: SUDENE, 1969. 52 p.

FRAHM, J. P. Bryophytes, of tropical inselberg. Diversity, life strategies, origins and distribution. In: **Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México: Serie Botánica**. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 1996. 73 p.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. C. Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. **Sitientibus**, n. 17, p. 163-184, 1997.

IBISCH, L.; RAUER, G.; RUDOLPH, D.; BARTHLOTT, W. Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pre-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. **Flora**, v. 190, n. 4, p. 299-314, 1995.

JARDIM DE SÁ, E. F. **A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana**. Brasília, 804f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

JARDIM DE SÁ, E. F.; MEDEIROS, W. E.; CASTRO, D. L. Contribuição da gravimetria aos modelos de estruturação crustal da Província Borborema, Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 17., Fortaleza. **Resumos Expandidos**. Fortaleza: SBG/ Núcleo Nordeste, 1997. p.352-357.

JARDIM DE SÁ, E. F.; SALIM, J. Reavaliação dos conceitos estratigráficos na região do Seridó (RN-PB). *Miner. Metal.*, v.80, n.421, p.16-28, 1980.

KNESEL, K. M.; SOUZA, Z. S.; VASCONCELOS, P. M.; COHEN, B. E.; SILVEIRA, F. V. Young volcanism in the Borborema Province, NE Brazil, shows no evidence for a trace of the Fernando de Noronha plume on the continent. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 302, n. 1-2, p. 38-50, 2011.

LEÃO, N. V. M. **Disseminação de sementes e distribuição espacial de espécies arbóreas na floresta nacional do Tapajós, Santarém - Pará**. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

LIMA, J. B. C. **Estimativa da umidade do solo e caducifolia em plantas da caatinga com uso de sensoriamento remoto**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

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**, v. 17, n. 2, p. 273-285, 2016.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Inversão neotectônica do relevo na Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, p. 61-74, 2014.

MATOS, R. M. D. The Northeast Brazilian rift system. **Tectonics**, v. 11, n. 04, p. 766-791, 1992.

MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. In: MOHRIAK, W.; TALWANI, M. (Ed.). **Atlantic rift and continental margin**. American Geophysical Union. Washington: Publisher Am. Geophys. Union, 2000. p. 331-354.

MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; DANTAS, B. L.; CUNHA, A. L. C. Programa Geologia do Brasil-PGB. Currais Novos. Folha SB.24-Z-B-II. Escala 1:100.000. Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Recife: CPRM, 2012.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental conservation**, v. 26, n. 1, p. 10-20, 1999.

MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. de A.; SOUZA, P. P. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 26-42.

MENDONCA DINIZ, M. T.; PEREIRA, V. H. Climatology of the state of Rio Grande do Norte, Brazil: active atmospheric systems and mapping of climate types. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015.

MEUNIER, A. R. Succession stratigraphique et passages lateraux dus au metamorphisme dans la Série Ceará, Antecambrien du Nord-Est brésilien. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris**, v. 259, p. 3796-3799, 1964.

MORAIS NETO, J. M.; VASCONCELOS, P. M.; STONE, J.; LIMA, M. D. Denudation patterns in the Borborema Province, northeastern Brazil: constraints from cosmogenic ¹⁰Be isotope analysis. In: International Geological Congress, 34., 2012, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane, Australia, 2012, p. 2722.

OLIVEIRA, D. G.; PRATA, ANA. P.; FERREIRA, R. A. Herbáceas da Caatinga: composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 623-633, 2013.

OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 37-47, 2007.

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.

PECH, P. Géomorphologie structurale. Synthèse. Paris: Ed. **Armand Colin**, 2005. 95 p.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. Dispositivos morfo-estruturais e evolução morfotectônica da margem passiva transformante do Nordeste brasileiro. **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 3., Campinas. **Anais...** Campinas, 2000, 3 p.

PEULVAST, J.; CLAUDINO SALES, V. Stepped surfaces and palaeolandforms in the northern Brazilian O Nordeste: constraints on models of morphotectonic evolution. **Geomorphology**, v. 62, p. 89-122, 2004.

PEULVAST, J-P.; BÉTARD, F. Morphostratigraphic constraints and low temperature thermochronology: lessons from a review of recente geological and geomorphological studies in northeast Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 111, e103464, 2021.

PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V. Aplainamento e geodinâmica: revisando um problema clássico em geomorfologia. **Mercator**, v. 1, n. 1, p. 113-150, 2002.

PHILLIPS, D. L. Succession in granite outcrop shrub-tree communities. **American Midland Naturalist**, v. 106, n. 2, p. 313-317, 1981.

PITREZ, S. R. **Florística, fitossociologia e citogenética de angiospermas ocorrentes em inselbergues**. 111f. Tese (Doutorando em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

POREMBSKI, S. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. **Diversity and distributions**, v. 4, n. 3, p. 107-119, 1998.

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 579-586, 2007.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Struktur und diversität der vegetation westafrikanischer Inselberge. **Geobot. Kolloq**, v. 8, p. 69-80, 1992.

POREMBSKI, S; BARTHLOTT, W; DÖRRSTOCK, S; BIEDINGER, N. Vegetation of rock outcrops in Guinea: granite inselbergs, sandstone table mountains and ferricrete-remarks on species numbers and endemism. **Flora**, v. 189, n. 4, p. 315-326, 1994.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003.

RIBEIRO, K, T; MEDINA, B, M, O; SCARANO, F, R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, p. 623-639, 2007.

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. 224 f. Tese (Doutorado Ciências). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011.

SILVA, J, B. Panorama sobre a vegetação em afloramentos rochosos do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 451-463, 2016.

SILVEIRA, F. V. **Magmatismo cenozoico da porção central do Rio Grande do Norte, NE do Brasil**. 220 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade de Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

SOUZA, Z. S.; MARTIN, H.; PEUCAT, J. J.; JARDIM DE SÁ, E. F.; MACEDO, M. H. F. Calc-alkaline magmatism at the archaean-proterozoic transition: the Caicó Complex basement (NE Brasil). **Journal of Petrology**, v. 48, n. 11, p. 2149-2185, 2007.

SZARZYNSKI, J. Xeric islands: environmental conditions on inselbergs. In: POREMBSKI, S.; BARTHOLTT, W. (Ed.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrop in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer, 2000. p.37-48.

VALADÃO, R. C. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, p. 77-90, 2009.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro (RJ): **IBGE**, 1991. 124 p.