



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOGRAFIA - PROPGEÓ**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -  
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**PATRIMÔNIO  
GEOMORFOLÓGICO DA  
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO  
PEDRA DA ANDORINHA,  
SOBRAL - CEARÁ**

**Hudson Silva Rocha**

**Rubson Pinheiro Maia**

**Viádia Pinto Vidal de Oliveira**

Citação: ROCHA, H. S.; MAIA,  
R. P.; OLIVEIRA, V. P. V.  
PATRIMÔNIO  
GEOMORFOLÓGICO DA  
UNIDADE DE  
CONSERVAÇÃO PEDRA DA  
ANDORINHA, SOBRAL -  
CEARÁ. **Revista GeoUECE  
(Online)**, v. 08, n. 14, p. 276-  
293, jan./jun. 2019. ISSN 2317-  
028X.



**PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO  
PEDRA DA ANDORINHA, SOBRAL - CEARÁ**

**GEOMORPHOLOGICAL HERITAGE OF CONSERVATION UNIT PEDRA DA  
ANDORINHA, SOBRAL - CEARÁ**

**PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO DE  
UNIDAD DE CONSERVACIÓN PEDRA DA ANDORINHA, SOBRAL - CEARÁ**

**Hudson Silva ROCHA<sup>1</sup>**

**Rubson Pinheiro MAIA<sup>2</sup>**

**Viádia Pinto Vidal de OLIVEIRA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> E-mail: hudsonsrocha@gmail.com

<sup>2</sup> E-mail: rubsonpinheiro@yahoo.com.br

<sup>3</sup> E-mail: vladia.ufc@gmail.com

**RESUMO**

A temática do patrimônio geomorfológico vem ganhando espaço em meio à comunidade científica, buscando se desvincular ou alcançar o mesmo patamar do patrimônio geológico, já que por vezes se apresentam mais notáveis em estudos de geoconservação. Os relevos graníticos se destacam por conter uma aparência rústica, sendo singular paisagem. Sua origem e evolução estão vinculadas a existência de um paleomanto de alteração, evidenciando fases erosivas, desencadeadas em períodos de morfogênese ativa, que removeram parcialmente os detritos friáveis e expôs, através de controle litológico e estrutural, as formas mais resistentes, portanto residuais. Diante disso, esses ambientes demonstram valores científico e estéticos relevantes para a valorização do patrimônio geomorfológico, como a Unidade de Conservação Pedra da Andorinha (Sobral – Ceará), objeto de estudo. Feições graníticas contidas na referida, como inserlberg, boulders, tafoni, honeycombs, polygonal cracks, weathering pits, karrens, entre outras, podem fomentar novas estratégias de gestão ambiental, no âmbito da bio e geodiversidade.

**Palavras-chaves:** Paisagem granítica. Saprólito. Geoconservação. Áreas protegidas.

**ABSTRACT**

The theme of geomorphological heritage has been gaining space in the scientific community, seeking to unlink or reach the same level of geological heritage, as they are sometimes more notable in geoconservation studies. The granite reliefs stand out for containing a rustic appearance, being singular the landscape. Its origin and evolution are linked to the existence of a paleomanto of alteration, evidencing erosive phases, activated in periods of active morphogenesis, which partially removed the friable detritus and exposed, through lithological and structural control, the most resistant forms, therefore residuals. In view of this, these environments demonstrate scientific and aesthetic values relevant to the valorization of the geomorphological heritage, such as the Conservation Unit Pedra da Andorinha (Sobral - Ceara), object of study. Granitic features contained in the referred, such as inserlberg, boulders, tafoni, honeycombs,



polygonal cracks, weathering pits, karrens, among others, may foster new environmental management strategies, within in bio and geodiversity.

**Keywords:** Granite Landscape. Saprolite. Geoconservation. Protected áreas.

## RESUMEN

El tema del patrimonio geomorfológico ha ido ganando terreno en la comunidad científica, buscando desconectarse o alcanzar el mismo nivel de patrimonio geológico, ya que a veces son más notables en los estudios de geoconservación. Los relieves graníticos destacan por tener un aspecto rústico, siendo un paisaje singular. Su origen y evolución están ligados a la existencia de una alteración paleomanto, evidenciando fases erosivas, desencadenadas en períodos de morfogénesis activa, que eliminan parcialmente los escombros friables y exponen, mediante control litológico y estructural, las formas más resistentes, por lo tanto residuales. Por lo tanto, estos entornos demuestran valores científicos y estéticos relevantes para la valorización del patrimonio geomorfológico, como la Unidad de Conservación Pedra da Andorinha (Sobral - Ceará), objeto de estudio. Las características graníticas contenidas en lo mencionado anteriormente, como inserlberg, cantos rodados, tafoni, panales, grietas poligonales, pozos de intemperie, karrens, entre otros, pueden fomentar nuevas estrategias para el manejo ambiental, dentro del alcance de la bio y la geodiversidad.

**Palabras-clave:** Paisaje granítica. Saprolito. Geoconservación. Área de protección.

## 1. INTRODUÇÃO

A definição do termo patrimônio, de maneira geral, está associado à herança, uma riqueza ou a algo transmitido ao longo de gerações. Para Choay (2001) esse termo abrange áreas como a genética, a cultura e a natureza é frequentemente utilizado para designar um conjunto de bens materiais ou imateriais. Pereira (2006) considera como patrimônio os bens que, pela percepção humana e com o tempo, adquiriram um valor especial, sendo esta valorização que os distingue dos demais bens.

Para a UNESCO (2018) o patrimônio é o legado que recebemos do passado, vivemos no presente e transmitimos às futuras gerações. Logo, a UNESCO (op. cit.) entende que o patrimônio mundial é composto por três esferas: uma cultural (conjuntos, monumentos e locais de interesse); uma natural (monumentos naturais, formações geológicas e fisiográficas, sítios de cunho natural); e a terceira, mista, que compartilha das esferas natural e cultural simultaneamente.

Pereira (2006) salienta que ao analisarmos o exemplo da Lista de Patrimônio Mundial da Humanidade, constata-se que grande parte dos



sítios de âmbito natural considerados como património mundial têm uma importante componente geomorfológica.

A Lista inclui 812 sítios, em 137 países, considerados com elevado valor universal. Desses, 628 têm cariz cultural, 160 natural e 24 têm uma natureza mista. Nos sítios naturais e mistos de património mundial, o valor estético da paisagem é, na maioria dos casos, fundamental, tendo as geoformas um papel de destaque. Dos 160 sítios de cariz natural, a maioria apresenta paisagens fortemente condicionadas por geoformas com valor especial. De igual modo, aqueles que têm natureza mista reflectem quase sempre uma forte relação entre aspectos culturais e as geoformas (PEREIRA, 2006, p. 39).

No campo da geodiversidade encontra-se o património abiótico. A geodiversidade abarca os aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, paleontológicos, etc. Entretanto, é comum observarmos que tais aspectos são sempre atrelados ao geológico, ou património geológico. Isso se deve ao fato de que, tal temática originou-se no seio da Geologia. A imensa maioria dos trabalhos publicados ao se referirem aos elementos da geodiversidade (que seria o correto) utilizam-se do termo património geológico ou aspectos geológicos.

A designação património geológico enquadra-se nessa valorização e aplica-se ao património natural abiótico (GRAY, 2004), estando direcionado para a preservação e valorização de objetos geológicos enquanto bens naturais patrimoniais, com valor atribuído pelo homem.

Esses locais de excepcional valor patrimonial não são considerados enquanto património geomorfológico, estando esse assunto geralmente confinado as iniciativas internacionais no âmbito do património geológico.

No tema do património geológico, a estética constitui um dos valores fundamentais atribuído ao objeto geológico, sendo a sua forma (geoforma) – que se sobressai às demais e que está profundamente interligado à visão – essencial para atribuir valor patrimonial. Este aspecto está intimamente ligado à noção de paisagem.

Porém, talvez seria esse um equívoco; considerar geomorfologia sinónimo de paisagem. O termo paisagem é utilizado em diferentes contextos, tendo sido analisado no âmbito de diferentes disciplinas, desde a geografia, a biologia, a arquitetura ou a arte, como um objeto científico.



A perspectiva sobre o ambiente e a sua paisagem, surgiu na década de 1960, contrapondo a noção integradora da paisagem à visão iniciada com Humboldt no início do século XIX, que concebia a paisagem como o relacionamento dos diversos aspectos da natureza entre si. Bertrand (1968) situa a paisagem dentro da proposta de uma geografia global, deixando de lado a abordagem separatista tradicional. Considera-a como uma porção de espaço caracterizada por um tipo de combinação dinâmica entre elementos geográficos diferenciados (físicos, biológicos e antrópicos) atuando dialeticamente entre si.

Santos (1988) afirma que a paisagem é condicionada pelos movimentos superficiais e sociais; um mosaico de relações, funções, e sentidos de funcionamento ininterrupto. Então, tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Formada não apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons, sentimentos, etc. A dimensão da percepção é a dimensão da paisagem. Por isso, o aparelho cognitivo tem importância crucial nessa apreensão, sendo um processo seletivo.

Logo, paisagens não são os objetos, mas a sua expressão visual, o que deles se pode assimilar com recurso aos sentidos, em especial da visão. A paisagem é o resultado da nossa percepção da imagem do ambiente, originando paisagens de índole natural, social e/ou cultural, considerando como um processo de transformação histórica. A paisagem é assim uma realidade observável, não tendo uma existência própria em si, mas existindo a partir do sujeito que a apreende. Cada indivíduo a vê de modo diferente, não só devido à sua posição de observação, mas também dependendo dos seus interesses individuais.

Da forte relação entre paisagem e geoformas parece não haver dúvidas, no sentido em que a segunda é determinante da primeira. Almeida (1995) destaca que os componentes geomorfológicos da paisagem são em regra os mais estruturantes da sua imagem, quer por serem os primeiros a ser percebidos pelo observador, quer por deles depender de outros de seus componentes, como os hidrológicos ou as florísticos. Nos casos onde o valor estético das geoformas é elevado, essa importância torna-se ainda maior, sobrepondo-se a outros elementos naturais (como a vegetação ou a água) ou culturais.



Contudo, paisagem não significa o mesmo que geoforma. A geoforma pode ser o alvo de uma paisagem, mas uma paisagem não será necessariamente condicionada pela geoforma. Então, como já foi mencionado, “no tema do patrimônio geológico, os conceitos de paisagem e de geoforma têm sido quase sempre erroneamente interpretados como equivalentes” (PEREIRA *et al*, 2005).

Esse fato sugere a dificuldade de uma parte da comunidade geoconservacionista em assimilar o patrimônio geomorfológico e as geoformas em geral como parte fundamental do patrimônio geológico, considerando os locais de interesse geológico com valor estético e paisagístico, sem ser mencionado o seu carácter geomorfológico.

Nesse caso, é primordial a revisão destas concepções, sobretudo para destacar o real papel das geoformas no âmbito do patrimônio geológico. Pereira *et al.* (2004) afirma que os referidos trabalhos e inventários usando expressões como paisagem geológica ou geossítio com valor paisagístico deveriam ser repensados. Os pontos nos quais as geoformas são o seu elemento fundamental devem ser designados de locais de interesse geomorfológico.

Pereira *et al.* (2006), o patrimônio geomorfológico é entendido como um conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correspondentes, que por suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade e/ou originalidade, pelo seu grau de vulnerabilidade, ou ainda pela maneira que se combinam espacialmente (a geometria das formas), evidenciam claro valor científico, estético, cultural e /ou turístico, merecendo ser preservadas.

Com base no exposto, a Unidade de Conservação Pedra da Andorinha (UCPA) foi selecionada para a interpretação de patrimônio geomorfológico, pois sua criação pautou-se basicamente na biodiversidade, negligenciando sua geodiversidade. Desse modo, parte-se da hipótese de que o referido objeto de estudo possui potencialidades geológicas e geomorfológicas importantes para fomentar pesquisas científicas e para maximizar o potencial geoturísticos das UC, possibilitando o aumento do bem-estar e da renda da comunidade local.

Logo, esta proposição de pesquisa fundamenta-se na popularização da temática no âmbito acadêmico e no aumento de informações do local pesquisado para as populações locais. Ademais, trata-se de uma ação em prol da geodiversidade, pouco estudada no âmbito de Sobral. Portanto pode



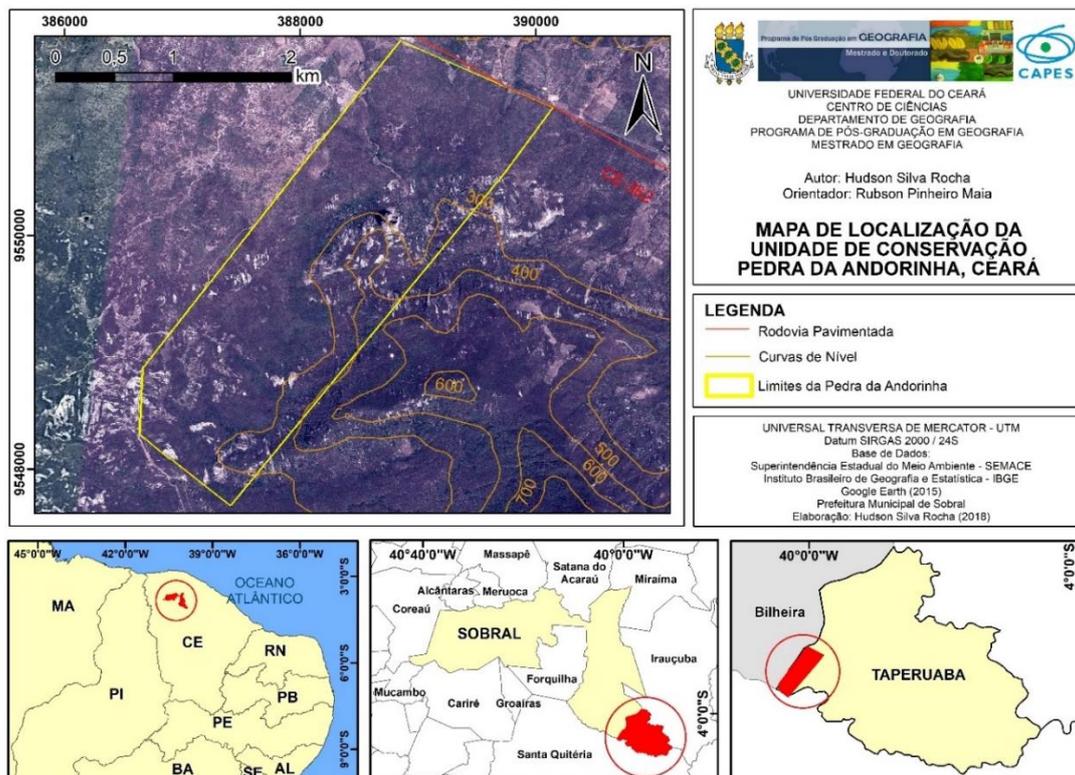
subsidiar políticas públicas voltadas para geoturismo, fomentando medidas geoconservacionistas, além de aumentar os laços de identidade e pertencimento das populações locais com a área mencionada.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

### 2.1. Área de estudo

A UCPA possui cerca de 5,7 km<sup>2</sup> e localiza-se no município de Sobral, mais precisamente no distrito de Taperuaba, distando 70 km da sede municipal (Figura 01). Foi criada legalmente pelo governo municipal de Sobral pelo Decreto nº 1.252 de 10 de agosto de 2010 e é gerenciada pela Autarquia Municipal de Meio Ambiente. Configura-se como Unidade de Proteção Integral, sendo uma categoria denominada de Refúgio de Vida Silvestre, pois seu objetivo é preservar a natureza, admitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais (BRASIL, 2006).

Figura 01 – Localização da Unidade de Conservação Pedra da Andorinha.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

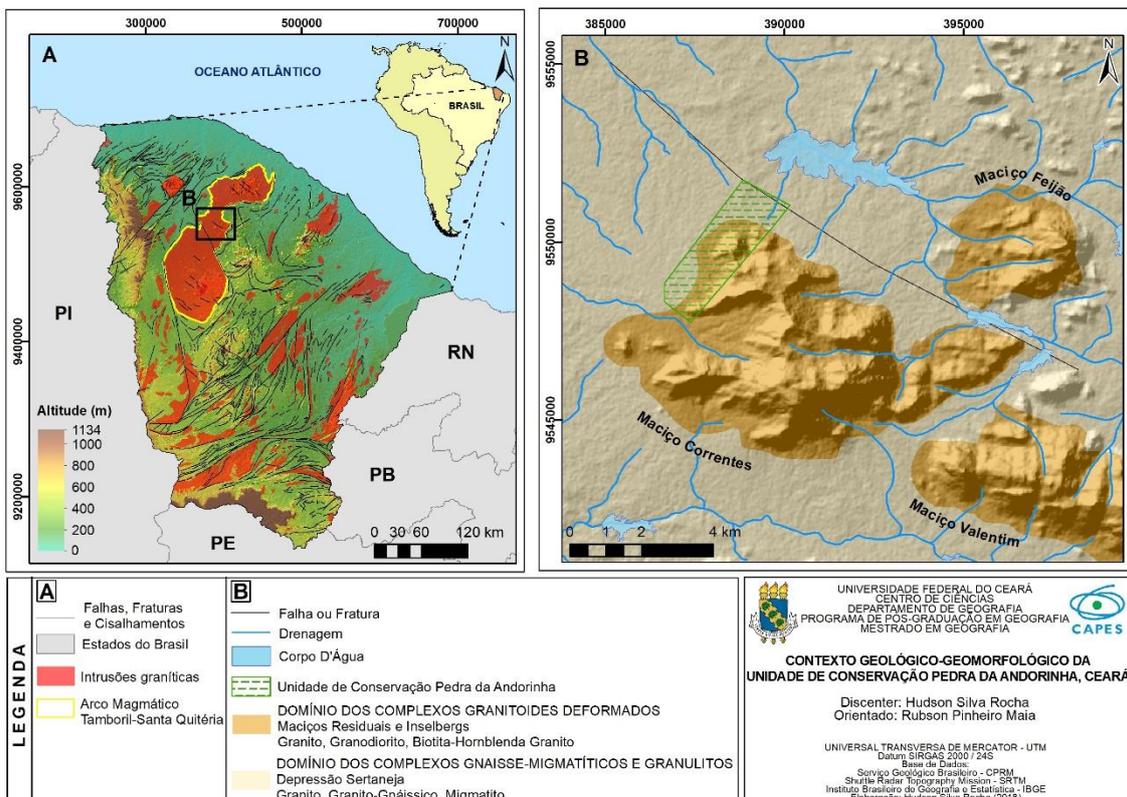
A UCPA assenta-se na Província Borborema (PB), pré-cambriana, caracterizada por dobramentos e plutonismo granítico (FETTER et al., 2000)



oriundos da orogênese brasileira (ARTHAUD, 2007). Em outra escala, está inserida sobre um dos Domínios Morfotectônico da PB, correspondendo ao Domínio Ceará Central (DCC), limitado pela Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano) e pela Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (BRITO NEVES, et al. 2000)

Especificamente, o DCC se subdivide em quatro Unidades Geotectônicas, estando a UCPA sobre o Complexo Tamboril-Santa Quitéria, uma ampla suíte intrusiva originada em um ambiente de arco continental através de diversos episódios magmáticos durante o ciclo orogenético neoproterozóico (FETTER et al., 2003; ARTHUAD, 2007; ARAÚJO et al., 2012), configurando o maior arranjo granitóide do DCC. Sua litologia abrange desde migmatitos metatexíticos a diatexíticos de composição diorítica a granítica, além de esparsos granitóides porfíricos a equigranulares (GOMES, 2006; ZINCONE, 2011).

**Figura 2** – Contexto geológico e geomorfológico da UC Pedra da Andorinha, Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)



Geomorfologicamente, trata-se de um relevo granítico que resguarda indicadores geomorfológicos de diferentes etapas de formação do saprólito. A remoção dos detritos friáveis resultou na permanência dos blocos de maior tamanho pela incapacidade de sua remoção pelos agentes erosivos. Assim, “constituem formas fósseis associadas a um paleoambiente epigênico possivelmente relacionado a sistemas meteóricos derivados de climas tropicais mais úmidos” (MAIA; NASCIMENTO, 2018, p. 377).

## 2.2. Metodologia

As etapas metodológicas que guiaram esse trabalho foram estabelecidas com base em ampla revisão bibliográfica sobre patrimônio geomorfológico e gênese e evolução do modelado granítico. Os trabalhos de campo e reconhecimento almejavam a identificação e caracterização das formas de relevo em escala de detalhe.

Para construção da base de dados do mapeamento foram utilizados os arquivos *shapefiles* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), da Superintendência do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE) e da Prefeitura de Sobral. Os *rasters* utilizados foram do CNES/AirBus através do *Google Earth* e do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) obtido da *United States Geological Survey* (USGS).

De posse dessa base, utilizou-se as técnicas e ferramentas de geoprocessamento do *software* ArcGis. Corrobora-se que o sistema de projeção cartográfica utilizado corresponde ao *Universal Transversal de Mercator* (UTM), tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o *datum* oficial adotado no Brasil. Destaca-se que a área em estudo engloba, do ponto de vista da Geodésia, a zona 24 Sul do sistema de projeção adotado.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No embasamento cristalino aflorante do Nordeste setentrional brasileiro é comum encontrar corpos graníticos que normalmente sustentam relevos residuais, expostos por denudação diferencial, por exemplo a UCPA. Nesses,



“formas derivadas de um paleomanto de alteração (*grus*) evidenciam que as fases erosivas, desencadeadas em períodos de morfogênese ativa, removeram parcialmente os detritos friáveis” (MAIA; NASCIMENTO, 2018, p. 377).

O modelado granítico apresenta grande diversidade de feições cuja gênese é atribuída aos processos que precedem sua exposição em superfície (TWIDALE; ROMANÍ, 1994). Nessa perspectiva, as concepções de duplo aplainamento (etchplanação) explicam a exumação e exposição do embasamento em superfície (TARBUCK; LUTGENS, 2006).

Nesse contexto, o Nordeste brasileiro apresenta variações climáticas quaternárias que permite uma interpretação da sua geomorfogênese a partir da Teoria da Etchplanação (PEULVAST; BÉTARD, 2015; SALGADO, 2007; SANTOS; SALGADO, 2010), com evidências bastante nítidas encontradas nas paisagens graníticas.

Para isso, o papel do intemperismo físico e químico devem ser analisados de forma conjunta. Contudo, dependendo do tipo de feição e do seu estágio de evolução, os processos intempéricos atuantes apresentam maior ou menor relevância. Consideram-se também as características mineralógicas e estruturais das rochas, tendo em vista o processo de erosão diferencial, e as condições climáticas as quais o substrato rochoso foi e está submetido.

A etchplanação consiste na concepção no qual os aplainamentos são formados e evoluem graças a um “mecanismo de duplo *front*” (BÜDEL, 1957): (i) superfície exumada de lavagem (*washing surface*): corresponde à superfície do modelado propriamente dita onde predominam os processos mecânicos de escoamento pluvial (*washing*); (ii) superfície basal de intemperismo (*leaching surface*): é irregular e localiza-se em subsuperfície onde a rocha é lixiviada e a denudação geoquímica (*leaching*) predomina.

Desse modo, é considerado a existência de regime cratônico passivo, com estabilização nos últimos 100 milhões de anos (OLLIER, 1985), apresentando alternância entre fases biostáticas, ocorrendo o aprofundamento do manto de intemperismo (pedogênese), e resistáticas, ocasionando mudanças climáticas para condições mais secas, proporcionando a exposição da frente de intemperismo (*weathering front*) e a formação de pediplanos (morfogênese), de



maneira cíclica e sequencial (FAIRBRIDGE; FINKL JR., 1980; MIGÓN, 2006; VITTE, 2001, 2005; TWIDALE, 1981).

Conforme Büdel (1982), o intemperismo profundo é facilitado pelo forte movimento da água em subsuperfície e numerosas linhas de fraqueza dentro da rocha. Já a morfogênese desempenha um papel importante na remoção do saprólito, o que é comum nas condições do semiárido nordestino, além de ser facilitada pela vegetação de caatinga, que não protege completamente o solo.

Assim, blocos rochosos menos falhados e fraturados e/ou com composição mais resistente aos processos geoquímicos tendem a sofrer menor intemperismo na superfície basal, e, assim, ao serem exumados pela erosão superficial, originam os relevos residuais (BÜDEL, 1982, SALGADO, 2007).

### 3.1. Levantamento das principais feições graníticas

Conforme o que foi exposto anteriormente, há uma diversidade de relevos formados por litologia granítica. Estes podem apresentar macro e microformas atreladas à saprolitização, a meteorização/dissolução e/ou ao fraturamento. A UCPA apresenta um mesclado dessas tipologias de feições residuais, sustentando *boulders*, *honeycombs*, *tafones*, bacias de dissolução, caneluras, *polygonal cracks*, *tors*, *castle koppies*, *split rocks*, *inselberg*, etc. A combinação desses aspectos torna o local relevante para a discussão da temática. Essa diversidade de formas compõe o patrimônio geomorfológico da área, atribuindo significativo valor científico e estético.

As macroformas de relevo se desenvolveram a partir de intempéries subterrâneas estruturalmente controladas, ocorrendo um aprofundamento diferencial do *front* de intemperismo. Adiante, houve à remoção do regolito pela da erosão superficial, de maneira a expor setores do *front* que não sofreram alteração, a exemplo dos *inselbergs*.

Os *inselbergs* (Figura 3) são constituídos por rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão do que aquelas que compõem a superfície rebaixada (TWIDALE, 1998). Seu destacamento ocorre em razão do maior espaçamento entre as fraturas, pela presença de massa rochosa primária pouco fraturada, por



enriquecimento em quartzo e/ou K-feldspato ou pelas diferenças petrográficas (MIGÓN, 2006).

**Figura 3** – *Inselberg* que recebe a denominação Pedra da Andorinha, na UCPA – Ceará.



**Fonte:** Acervo do autor (2015).

Já as microformas, também denominadas como relevos saprolíticos, caracterizando-se como feições que se destacam da rocha sã após a remoção do *grus*, não apresentando uma continuidade física com a mesma. Nestes se desenvolvem os *boulders*, caos de blocos, *tors*, *castle koppies*, *tafones*, *polygonal cracks*, etc.

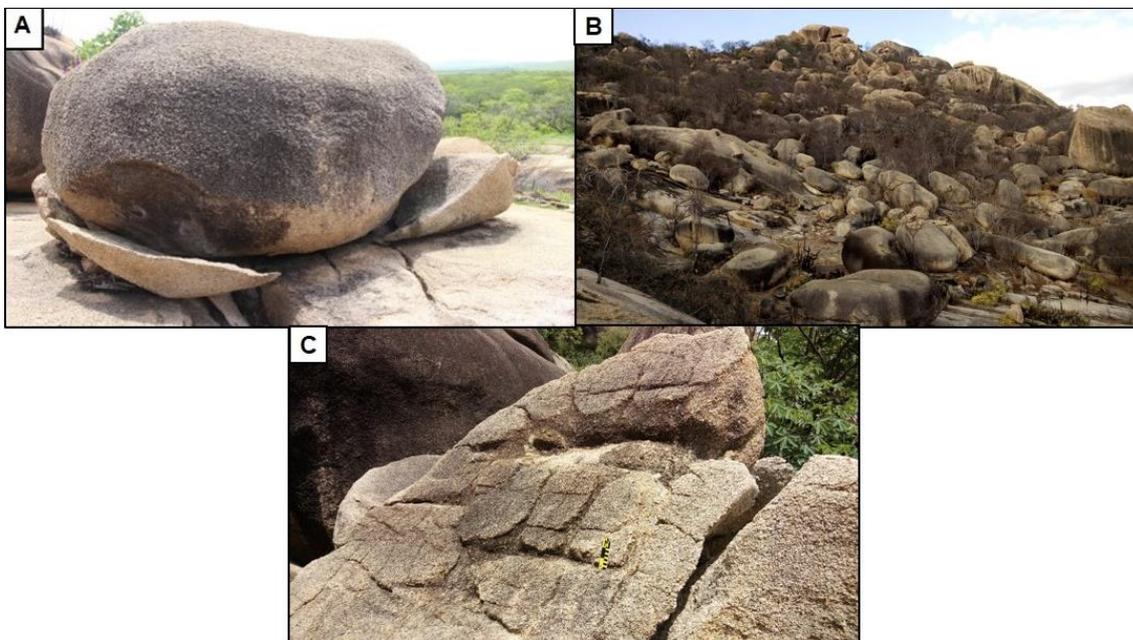
Os *boulders* graníticos têm sua origem geralmente associada ao intemperismo seletivo na subsuperfície, guiado por padrões de fraturas e concentrado ao longo destas. O primeiro estágio envolve a subsuperfície de intemperismo e o desenvolvimento do *corestone* e o segundo estágio é a escavação do *corestone* para formar um *boulder* (MIGÓN, 2006). O alívio da pressão litostática e a erosão proporcionam o aumento do volume da rocha e a consequente descamação e fragmentação nas bordas dos *boulders* (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Já o caos de blocos são produtos de denudação seletiva de um manto de intemperismo com maior densidade de *corestones* (MIGÓN, 2006) que, ao serem expostos, formam um aglomerado de *boulders*.

Polygonal crackings são feições que ocorrem em superfícies de *boulders* e afloramentos rochosos e exibem redes de rachaduras (*cracking*) rasas que descrevem polígonos de geometria variável (TWIDALE, 1982; MIGÓN, 2006). Williams e Robinson (1989) associam a gênese dessas feições à teoria da



surface crusting (crosta superficial), na qual a superfície rochosa desenvolveria rachaduras em resposta à sua incapacidade de suportar e absorver tensões induzidas por mudanças de temperatura e umidade.

**Figura 4** - A) *Boulder* submetido à esfoliação esferoidal; B) Caos de blocos; C) *Polygonal crack*.



**Fonte:** Acervo do autor (2017, 2018)

*Tafoni* são cavidades poligênicas e poliformes que se formam a partir da expansão de um núcleo, que vai progressivamente sendo consumido pelo intemperismo (ROMANÍ, 1994). Essas formas de relevo podem ter apenas 0,1m a vários metros de altura, largura e profundidade (HUGGETT, 2007), com reentrâncias erosionais. São comumente encontrados sob *boulders* e nas escarpas de *inselbergs*. Sugere-se que resultam da descamação e desintegração granular, causada por processos de intemperismo, como hidratação, cristalização de sal e ataques químicos por soluções salinas (WARD, 2006), sendo a umidade do seu interior sombreado outro fator que promove sua expansão (BLACKWELDER, 1929).

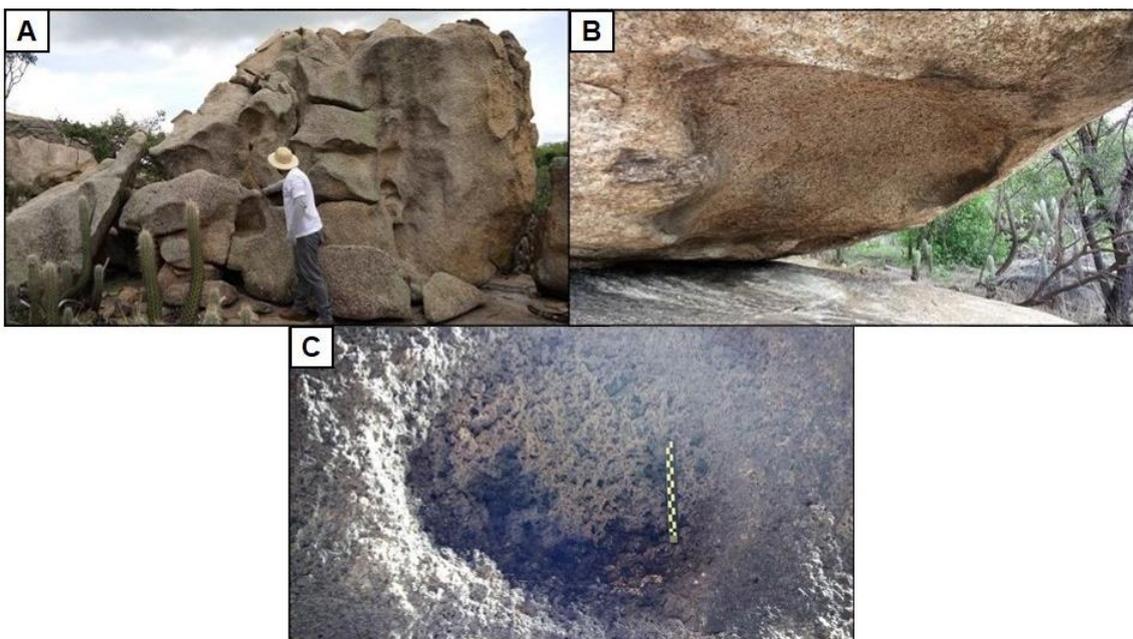
Os tafoni basais são as cavidades basais que se expandem de forma ascendente da base do *boulder* granítico consumindo seu interior e ampliando em todas as direções. A desagregação química é possibilitada pela zona de sombra, pois no interior do tafone ocorre a menor incidência da insolação e do



ressecamento, tornando o desgaste intempérico mais intenso na parte central bloco do que em sua superfície (MAIA; NASCIMENTO, 2018).

Outro tipo de feição tafoniforme são os alvéolos ou *honeycombs*. É um tipo de intemperismo cavernoso (*cavernous weathering*), termo utilizado para descrever pequenos alvéolos, semelhantes a um favo de mel (*honeycomb*) (GOUDIE, 2006). Conforme Twidale e Romaní (2005), sua dimensão está relacionada com o tamanho do grão da rocha, rochas de granulação fina desenvolvem alvéolos pequenos, enquanto rochas de granulação grossa desenvolvem grandes alvéolos.

**Figura 5** - A) *Boulder* em exumação por processos de dissolução/tafonização; B) Tafone basal incipiente; C) *Honeycomb* desenvolvido em na lateral de *boulder*



**Fonte:** Acervo do autor (2018).

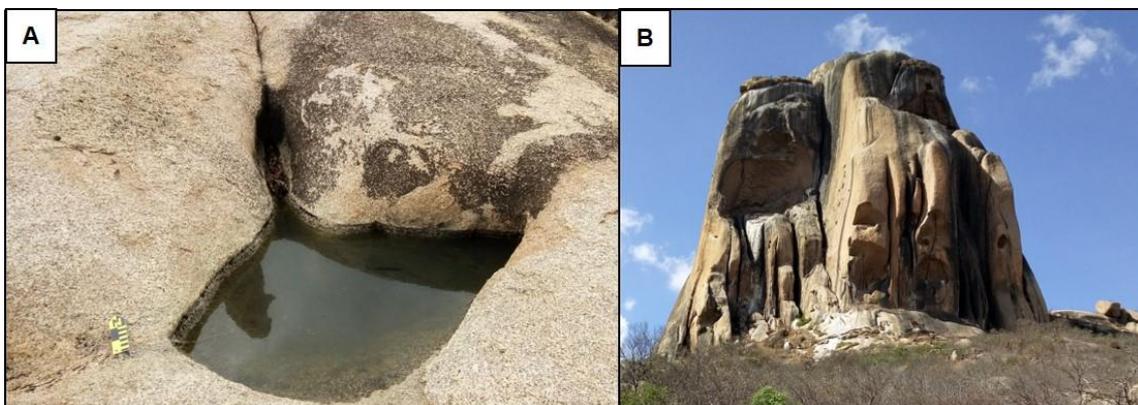
As bacias de dissolução (*weathering pits* ou *gnammas*) são depressões de intemperismo, caracterizando-se como cavidades na superfície da rocha produzida por intemperismo predominantemente químico (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 2009), associadas à pequenas diferenças petrográficas na rocha (MIGÓN, 2006) e à fraturas preexistentes que favoreceram o acúmulo de



água, condicionando sua evolução. Desse modo, caracterizam-se por feições negativas de fundo plano ou hemisféricas, variando de 15-20 cm a alguns metros, encontradas, geralmente, em superfícies horizontais (MIGÓN, 2006).

Caneluras ou *karrens* são sulcos que marcam superfícies rochosas inclinadas e verticais, ocorrendo isoladas ou em conjuntos de canais paralelos e variando de tamanho e sinuosidade (MIGÓN, 2006). Sua origem está associada à dissolução, apresentando tamanho e formas variadas (GOUDIE, 2006). Maia e Nascimento (2018) afirmam que em granitos máficos há uma maior concentração de caneluras em comparação aos relevos desenvolvidos sobre granitos félsicos. Contudo, muitos autores enfatizam a ausência de controle evidente e uma aparente independência de fraturas, além da ação da biota, como destacam Mottershead e Lucas (2004). O inselberg da Pedra da Andorinha possui caneluras que foram condicionadas por suas fraturas na vertente, posteriormente alargadas e aprofundadas pelo intemperismo químico.

**Figura 6** - A) Bacia de dissolução sobre superfície granítica; B) Caneluras no inselberg Pedra da Andorinha.



Fonte: Acervo do autor (2017, 2018).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática do patrimônio geomorfológico tem despertado um interesse crescente a nível mundial. A seleção de locais de interesse geomorfológico pode atuar como base para o crescimento das atividades turísticas locais e regionais. Além disso, podem ser bem aproveitados para o ensino de geociências em aulas de campo ou para os visitantes no geral.



O ambiente granítico da Unidade de Conservação Pedra da Andorinha, apresenta uma variedade de formas residuais de dimensões variadas. Eles ocorrem em diferentes configurações, tamanhos e formas, este último muitas vezes muito peculiar e de beleza cênica, portanto, pode gerar interesse também entre os leigos. Mais importante, eles são de considerável valor científico, mesmo que várias lacunas em sua compreensão da gênese e evolução persistem.

O fato da área estar inserida em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, potencializa a relevância geomorfológica e paisagística. Desse modo, novas medidas de proteção podem ser adicionadas à gestão do local, através de estratégias de geoconservação. O geoturismo, que prioriza a interpretação ambiental vinculada às geociências, seria uma dessas estratégias, sendo essencial para a divulgação e valorização da Pedra da Andorinha.

## 5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos de Mestrado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.C. **Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem: uma abordagem ecológica da paisagem**. Tese (Doutorado em Letras - Geografia Física). Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal: 1995.

ARAÚJO, C.E.G. de, COSTA, F.G., PINÉO, T.R.G., CAVALCANTE, J.C., MOURA, C.A.V. Geochemistry and  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  zircon ages of granitoids from the southern portion of the Tamboril-Santa Quitéria granitic-migmatitic complex, Ceará Central Domain, Borborema Province (NE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**. n. 33, p. 21–33, 2012.

ARTHAUD, M. H. **Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira**. 2007. 170 f. Brasília, 2007. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. **Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, v. 39, n. 3, 1968, p. 249-272.



BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico.** v. 1. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.

BLACKWELDER, Eliot. Cavernous rock surfaces of the desert. **American Journal of Science** – Fifth Series, v. 17, n. 101, p. 393-399, maio, 1929.

BRASIL. **Lei nº 9.985/2000.** Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

BRITO NEVES, B. B., SANTOS, E. J., VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. In: CORDANI, U. G., MILANI, E. J., THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D.A. (Orgs.). **Tectonic Evolution of South America.** Rio de Janeiro, 31 International Geological Congress, p. 151-182, 2000.

BÜDEL, J. Die doppelten Einebnungsflächen in den feuchten Tropen. **Zeitschrift für Geomorphologie**, Stuttgart, n. 1, p. 201-288, 1957.

BÜDEL, J. **Climatic Geomorphology.** New Jersey. Princeton University Press, 1982.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio.** São Paulo: UNESP, 2001. 282p.

FAIRBRIDGE, Rhodes W.; FINKL JR., Charles W. Cratonic erosional unconformities and peneplains. **The Journal of Geology**, v. 88, n. 1, p. 69-86, jan. 1980.

FETTER, A. H.; SCHMUS, W. R. V.; SANTOS, T. J. S.; NETO, J. N. N.; ARTHAUD, M. H. 4 U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the Paleoproterozoic Supercontinent “Atlantica”. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 102-106, 2000.

FETTER, A. H., SANTOS, T. J. S., VAN SCHUMUS, W. R., HACKSPACHER, P. C., BRITO NEVES, B. B., ARTHAUD, M. H., NOGUEIRA NETO, J. A., WERNICK, E. Evidence for Neoproterozoic continental arc magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of west Gondwana. **Gondwana Research**. n. 6, p. 265–273, 2003.

GOMES, I. P. **Caracterização petrográfica e petroquímica dos granitos tardi e póstectônicos da região de Santa Quitéria-Ceará, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geologia). Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006, 219 p.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology.** Londres: Taylor & Francis, 2006.



GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**. England: John Wiley & Sons, Chichester, 2004.

HUGGETT, Richard John. **Fundamentals of geomorphology**. 2. ed. Londres: Taylor & Francis, 2007. 483 p.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. Rev. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.19, n.2, (Abr-Jun) p. 373-389, 2018.

MIGÓN, P. **Granite landscapes of the world**. Oxford University Press, New York. 416 pp. 2006.

MOTTERSHEAD, D.; LUCAS, G. The role of mechanical and biotic processes in solution flute development. In: SMITH, B. J.; TURKINGTON, A. V. (Eds.). **Stone Decay: its causes and controls**. Shaftesbury: Donhead, 2004.

OLLIER, C. D. Morphotectonics of passive continental margins: introduction. **Zeitschrift für Geomorphologie** (supplement), v. 54, p. 1-9, 1985.

PEREIRA, P. J. S. **Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação**. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Tese (Doutorado em Ciências – Área de conhecimento de Geologia) – Escola de Ciências, Universidade de Minho, Braga, 2006.

PEREIRA P.; PEREIRA D.I.; ALVES M.I.C.; BRILHA J. Geology, landscape and geomorphology: finding the place of geomorphological heritage. In: **IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage Abstracts**, University of Minho, Braga, 10, 2005.

PEREIRA P.; PEREIRA D.I.; ALVES M.I.C.; MEIRELES C. Património Geomorfológico e medidas para a sua valorização no Parque Natural de Montesinho (NE Portugal). In: J. MATA- PERELLÓ (Ed.) **Actas del Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero (Defensa del Patrimonio y Desarrollo Regional)**, Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, Madrid, 133-140, 2004

ROMANÍ, J. R. V. **Microformas graníticas tipo tafoni (cachola) y gnamma (pia) un micromodelado sin relacion con el clima o la estacionalidad**. 1994.

ROMANÍ, J. R. V. Forms and structural fabric in granite rocks. **Cadernos Laboratorio Xeolóxico do Laxe**, v. 33, 175-198, 2008.

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, M. Paisagem e espaço. In: **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teórico e metodológico da geografia**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SANTOS, J. M. dos; SALGADO, A. A. R. Gênese da superfície erosiva em ambiente semiárido - Milagres/BA: considerações preliminares. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, p. 236-247, 2010.

TARBUCK, E.J; LUTGENS, F.K. **Earth Science**. ed.11, New Jersey, USA: Person Prentice Hall, 2006.

TWIDALE, C. R. Granitic inselbergs: domed, block-strewn and castellated. **The Geographical Journal**, v. 147, n. 1, p. 54-71, mar. 1981.

TWIDALE, C. R. **Granite Landforms**. Amsterdam: Elsevier, 1982. 372 p.

TWIDALE, C. R. Granitic bornhardts: their morphology, characteristics and origins. **Geological Society of Malaysia**, v. 42, p. 237-255, dez. 1998.

TWIDALE, C. R., ROMANÍ, J. R V. On the multistage development of etch forms. **Geomorphology**, v. 11, p. 107-124, 1994.

TWIDALE, C. R.; ROMANÍ, J. R. V. **Landforms and Geology of Granite Terrains**. Boca Ratón, USA: CRC Press, 2005. 362 p.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **O Patrimônio: legado do passado ao futuro**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/heritage-legacy-from-past-to-the-future/>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

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

VITTE, A. C. Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação nos estudos das formas de nas regiões tropicais quentes e úmidas. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 11- 24, 2001.

WARD, Steve. Tafoni. In: GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. Londres: Taylor & Francis, 2006. p. 1034-1035.

ZINCONE, S., **Petrogênese do Batólito Santa Quitéria: implicações ao magmatismo brasileiro na porção norte da Província Borborema, NE do Brasil**. Dissertação de Mestrado, IG – Unicamp, p. 192, 2011.