

INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO DO MACIÇO DE BATURITÉ (CE)

Andrea César da Silveira

Universidade Estadual do Ceará – UECE, Pós-graduação em Geografia, Fortaleza, CE, Brasil
andreacesar2009@hotmail.com

Frederico de Holanda Bastos

Universidade Estadual do Ceará – UECE, Pós-graduação em Geografia, Fortaleza, CE, Brasil
Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 (CNPq)
fred.holanda@uece.br

Suedio Alves Meira

Instituto Federal do Piauí – IFPI, Corrente, PI, Brasil
suediomeira@gmail.com

RESUMO

A região do Maciço de Baturité no Ceará (Brasil) possui configuração geomorfológica decorrente, sobretudo, de deformações crustais cretáceas, diversidade litológica e erosão diferencial. Cristas, domos rochosos e encostas formam mirantes que, assim como diversas cachoeiras, constituem importantes atrativos turísticos. Nesse contexto, este trabalho apresenta o primeiro inventário e a avaliação quantitativa de patrimônio geomorfológico realizados na região. O principal objetivo foi identificar locais de interesse geomorfológico com valor didático/interpretativo e turístico/recreativo para inseri-los em propostas de conservação e educação ambiental, visando contribuir para sua valorização e proteção. O inventário ocorreu por meio de levantamento bibliográfico/cartográfico, consulta a especialistas e trabalho de campo. Em seguida, foi realizada a quantificação dos valores patrimoniais (científico, didático e turístico/recreativo) e da susceptibilidade à degradação, o que determinou as prioridades de proteção de cada local. Ao todo, foram inventariados e avaliados 17 locais de interesse geomorfológico. Os valores avaliados ficaram classificados como médio, alto e muito altos; a susceptibilidade à degradação se revelou de moderada a alta; e o cálculo das prioridades de proteção apontaram necessidade de proteção a curto e médio prazos. Esses resultados poderão auxiliar na proposição de medidas conservacionistas para a região, por meio de ações voltadas para o perfil de cada local.

Palavras-chave: Geomorfologia. Locais de interesse geomorfológico. Geoconservação.

INVENTORY AND QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE GEOMORPHOLOGICAL HERITAGE OF THE BATURITÉ MASSIF (CE)

ABSTRACT

The Maciço de Baturité region in Ceará (Brazil) has a geomorphological configuration resulting mainly from Cretaceous crustal deformations, lithological diversity and differential erosion. Ridges, rocky domes and slopes form viewpoints that, like several waterfalls, are important tourist attractions. In this context, this work presents the first inventory and quantitative assessment of geomorphological heritage carried out in the region. The main objective was to identify places of geomorphological interest with didactic/interpretative and tourist/recreational value to insert them in conservation and environmental education proposals, aiming to contribute to their valorization and protection. The inventory took place through a bibliographic/cartographic survey, consultation with specialists and fieldwork. Then, the quantification of heritage values (scientific, educational and tourist/recreational) and susceptibility to degradation was carried out, which determined the priorities of protection of each location. Altogether, 17 sites of geomorphological interest were inventoried and evaluated. The evaluated values were classified as medium, high and very high; the susceptibility to degradation was moderate to high; and the calculation of protection priorities indicated the need for protection in the short and medium terms. These results may help to propose conservation measures for the region, through actions aimed at the profile of each location.

Keywords: Geomorphology. Sites of geomorphological interest. Geoconservation.

INTRODUÇÃO

A riqueza do reino mineral, a dinâmica interna da Terra e os fatores atmosféricos atuantes em sua superfície se refletem na geodiversidade, notadamente nas formas de relevo esculpidas ao longo do tempo por meio de processos sucessivos e complexos. As diferenciações nos relevos (estrutura, forma, tonalidade, dimensão etc.), que despertam interesses diversos, se somam aos variados vínculos estabelecidos com elementos da biodiversidade e sociedades humanas. Ambos, interesses e vínculos, geram valores patrimoniais para além dos valores intrínsecos. Os locais de ocorrência de relevos dotados de valores patrimoniais são denominados de locais de interesse geomorfológico, dentre outras designações equivalentes (sítios geomorfológicos, geomorfossítios etc.). Por sua vez, o conjunto dos locais de interesse geomorfológico de uma determinada área é considerado o seu patrimônio geomorfológico (PEREIRA, 1995; PEREIRA, 2006).

Com foco no valor científico, Pereira (1995) define patrimônio geomorfológico como

o conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correlativos, que pelas suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade e/ou originalidade, pelo seu grau de vulnerabilidade, ou, ainda, pela maneira como se combinam espacialmente (a geometria das formas de relevo), evidenciam claro valor científico, merecendo ser preservadas (PEREIRA, 1995, p. 11).

Para Pereira (2006, p. 63), o patrimônio geomorfológico é constituído pelas feições morfológicas “às quais foi atribuído um ou mais tipos de valor”. O autor ressalta que o valor é o elemento fundamental do conceito, que tem se caracterizado pela dificuldade em termos de identificação e quantificação.

Ao longo dos anos, além da criação de uma definição específica para essa parcela do patrimônio natural abiótico, foram desenvolvidos critérios e parâmetros adequados para a realização de inventários e avaliações quali-quantitativas dos locais de interesse geomorfológico, tendo em vista suas características específicas, das quais Reynard (2009) destaca: 1) o caráter estético, que em alguns casos os classifica como monumentos naturais; 2) o caráter dinâmico, que permite a observação de processos dinâmicos atuais; e 3) a escala, que pode variar de um pequeno relevo isolado a áreas de amplitudes quilométricas.

No âmbito da geoconservação – entendida como a conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e (geo)patrimoniais (SHARPLES, 2002) – os inventários se configuram como ferramentas fundamentais para a geração de bancos de dados sobre o patrimônio geomorfológico. Correspondem ao esforço inicial para conhecer os valores patrimoniais de uma determinada área. A avaliação quantitativa, por sua vez, visa complementar a caracterização e a análise realizada na inventariação. A sua aplicação possibilita uma comparação equitativa entre os sítios inventariados e colabora para a identificação dos seus principais valores e ameaças.

Para Henriques et al. (2011), os procedimentos de inventário e avaliação desempenham um papel decisivo na implementação de medidas de conservação, valorização e monitoramento. No entanto, esses procedimentos são apenas instrumentos para atingir o objetivo final, que é a conservação e uso (BRUSCHI e CENDRERO, 2005) por meio da gestão sustentável. Dessa forma, entende-se que as ações de proteção do patrimônio geomorfológico se justificam e se tornam necessárias para a manutenção dos ecossistemas em que estão inseridos, para a contemplação e usufruto das gerações vindouras, e, sobretudo, pelo caráter não renovável dos relevos.

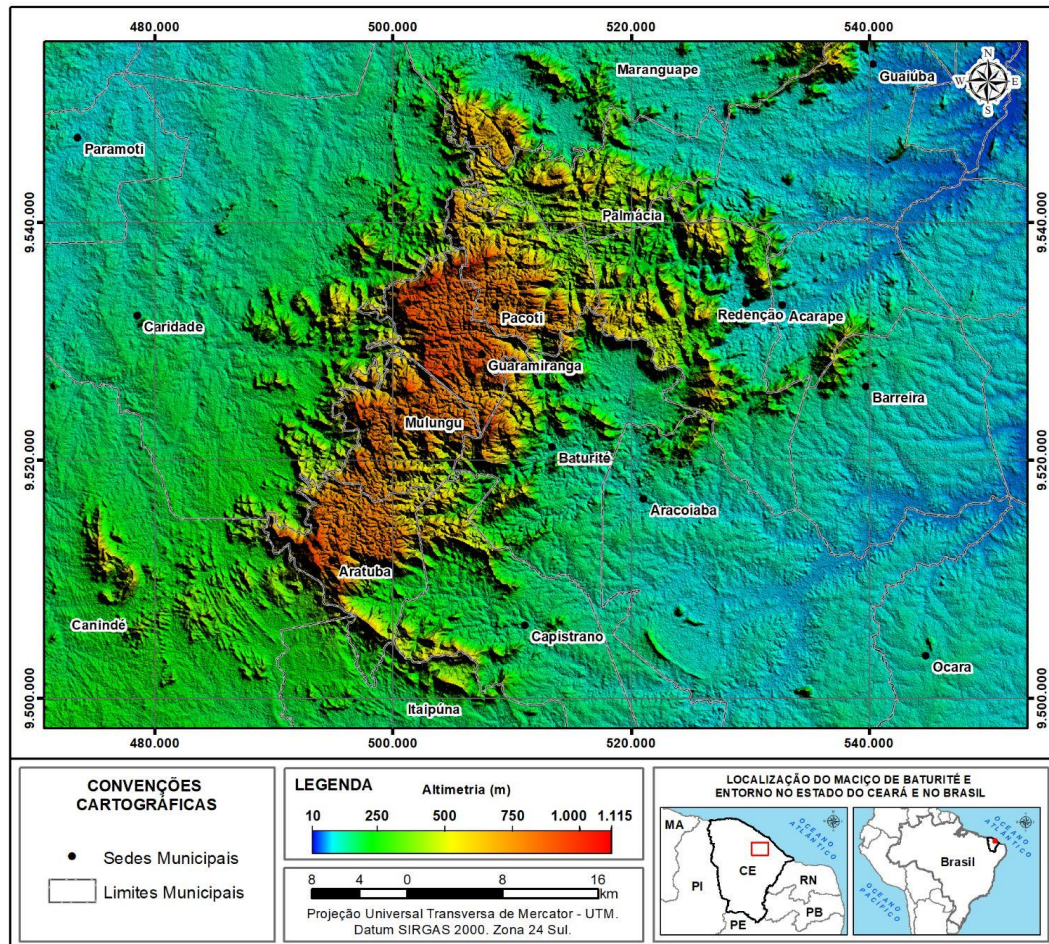
Nesse contexto, a complexidade geológica-geomorfológica do Maciço de Baturité, no Ceará, bem como suas potencialidades ecoturísticas, já elucidadas por outros autores (IBAMA/UECE, 2002; BÉTARD, 2007; BASTOS, 2012), motivaram a investigação detalhada dos seus elementos geomorfológicos com base nas estratégias de geoconservação (BRILHA, 2005; GRAY, 2008; HENRIQUES et al., 2011). Os resultados obtidos nesse trabalho irão justificar e embasar propostas conservacionistas para a região, considerando as características próprias de cada local.

A área delimitada nesse estudo compreende toda a extensão do Maciço de Baturité e seu entorno, abrangendo 16 municípios, no todo ou em parte, totalizando cerca de 4.000km² (Figura 1). O maciço é uma das 14 Regiões de Planejamento criadas pela lei complementar Nº 154/2015, que considera indicadores territoriais, demográficos, de infraestrutura e econômicos. Além disso, a região também é um dos três Polos Turísticos do Ceará (Ibiapaba, Litoral Leste e Maciço de Baturité), definidos pelo Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR, 2014).

Inserido na região semiárida, o Maciço de Baturité é considerado como um ambiente de exceção, em razão de suas características bioclimáticas distintas das superfícies aplainadas do seu entorno (SOUZA

e OLIVEIRA, 2006). Tais características foram decisivas para a configuração do atual quadro socioambiental, marcado historicamente por disputas territoriais e por diferentes ciclos econômicos impulsionados pelo desenvolvimento de atividades agrícolas e, mais recentemente, pelo turismo (BASTOS, 2012) que, em alguns municípios, se desenvolveu de forma desordenada.

Figura 1 - Maciço de Baturité (CE): localização da área de estudo, 2022.



Elaboração - Os autores, 2022.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi identificar locais de interesse geomorfológico (LIGs) com valor didático/interpretativo e turístico/recreativo nos municípios integrantes do Maciço de Baturité e seu entorno, para inseri-los em propostas de conservação e educação ambiental, visando contribuir para sua valorização e proteção.

CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO

A área que compreende o Maciço de Baturité está inserida no Domínio Ceará Central da Província Borborema, localizado entre a Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano) e a Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (PINÉO, 2017), porção integrante da margem continental transformante. A configuração morfoestrutural do maciço está associada a soerguimentos cretáceos (Cenomaniano) provocados, inicialmente, pela abertura do eixo Cariri-Potiguar, localizando-se no ombro noroeste do *rift* Potiguar e, posteriormente, em resposta à ação de falhas transformantes, com a abertura oceânica no Aptiano-Albiano (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007; BÉTARD, 2011). Em resposta aos soerguimentos citados, a ação erosiva modelou a morfologia regional seguindo o controle estrutural da dissecação (MAIA e BEZERRA, 2014), acompanhada pela erosão diferencial (BASTOS e CORDEIRO, 2021).

No que se refere ao contexto litoestratigráfico, o novo Mapa Geológico do Ceará, de Pinéo et al. (2020), publicado pela CPRM, apresenta dados recentes para a área do maciço e adjacências. No total, a área de estudo é composta de rochas constituintes de 12 unidades litoestratigráficas. Do Paleoproterozoico encontram-se a Unidade Paragneisse Migmatítico (PP2cnp) e a Unidade Ortogneisse Migmatítico (PP2cno), ambas pertencentes ao Complexo Canindé do Ceará. Do Neoproterozoico, ocorrem a Formação Independência (NP2ciq e NP2ci), a Formação Arneiroz (NP2caz), a Formação Itataia (NP2cit), integrantes do Grupo Ceará; a Unidade Granitóide Santa Quitéria (NP3ytsq) e Unidade Tamboril (NP3yts), ambas do Complexo Tamboril-Santa Quitéria; e a Suíte Intrusiva São João do Sabugi, representada pelo Corpo Pedra Aguda (NP3δ2s1). Do Paleozoico encontra-se o Corpo Granitóide Tanques ($\epsilon 1yt$), integrante da Suíte Intrusiva Pós-Orogênica. Por fim, do Cenozoico, ocorrem representantes do Grupo Barreiras (ENb), Depósitos Colúvio-eluviais (N2Q1c) e Depósitos Aluvionares (Q2a). Importantes zonas de cisalhamento, compressionais e transcorrente, têm papel marcante nesse contexto geológico.

Quanto à diversidade geomorfológica, a área de estudo pode ser dividida em três macro unidades: Maciço de Baturité, Superfície Sertaneja e Tabuleiros Pré-litorâneos. O Maciço de Baturité se estende por aproximadamente 50km de comprimento (NNE-SSW) e 25km de largura (W-E), abrangendo cerca de 800km². Trata-se de um dos mais expressivos compartimentos de relevos elevados do setor pré-litorâneo cearense (SOUZA, 1988). Devido a sua dimensão espacial, bem como às particularidades topográficas, estruturais e às feições morfológicas predominantes de cada setor, o maciço é dividido em: 1) Superfície de Cimeira (700-900m de altitude), composta predominantemente por cristas, colinas convexas e vales de fundo plano; 2) Superfície Dissecada Setentrional (400-500m), os domos rochosos se destacam como feições predominantes; 3) Vertente Dissecada Semiárida (sotavento), vertentes ocidental e meridional, onde se destacam os relevos formados a partir de quartzitos dobrados; e 4) Vertente Dissecada Úmida (barlavento), vertentes oriental e setentrional, onde predominam domos rochosos, vales em "V" e inúmeros *knickpoints*, que formam as cachoeiras mais expressivas da região.

A Superfície Sertaneja e os Tabuleiros Pré-litorâneos compõem as superfícies rebaixadas no entorno do maciço. A Superfície Sertaneja é a superfície de piso regional, formada por complexos processos denudacionais. Compreende todo o entorno do Maciço de Baturité. As altitudes médias giram em torno de 100-200m, com topografia levemente ondulada e inclinação voltada para a zona costeira. A Superfície Sertaneja é entrecortada por estreitas planícies fluviais, que compreendem as áreas mais rebaixadas das bacias hidrográficas dos rios São Gonçalo, Pacoti e Choró. Os *inselbergs* são os relevos mais representativos dessa unidade geomorfológica.

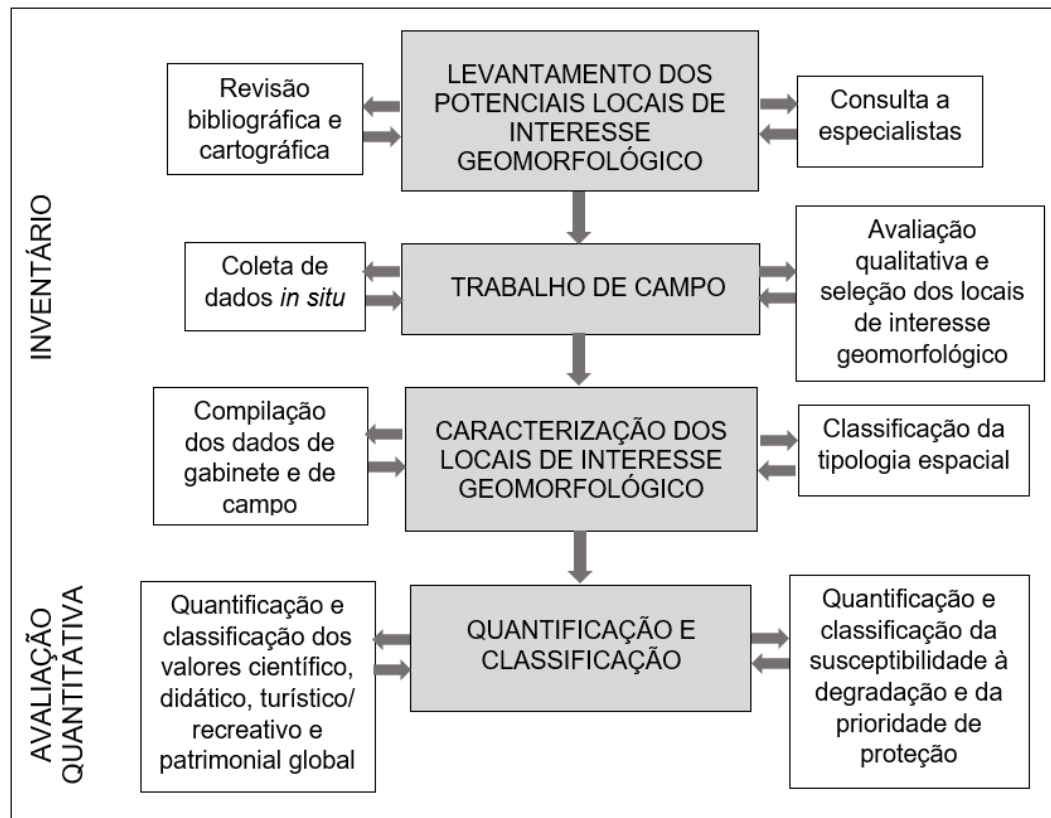
Os Tabuleiros Pré-litorâneos, assim denominados regionalmente devido ao aspecto tabular e à proximidade com a linha de costa, são constituídos de sedimentos do Grupo Barreiras. Na região, encontram-se tabuleiros com sedimentos clásticos e tabuleiros com sedimentos arenosos (BASTOS, 2012). Sem ruptura topográfica com a Superfície Sertaneja, os Tabuleiros Pré-litorâneos formam as superfícies de acumulação cenozoica, com altitudes inferiores a 180m (FUNCEME, 2009).

As condições geológicas e geomorfológicas do Maciço de Baturité, assim como nos demais brejos de altitude do Nordeste setentrional brasileiro, foram determinantes para a configuração da sua rede hidrográfica, a formação de mesoclimas, a distribuição e variação de solos e, notadamente, dos tipos vegetacionais ali presentes. Nas cotas acima de 700m, as temperaturas médias anuais giram em torno de 20° e a mata úmida é a unidade fitogeográfica dominante (SILVA NETO, 2020). Essas características, muito distintas das condições semiáridas do entorno, atraem um grande fluxo de turistas/visitantes durante todo o ano.

METODOLOGIA

As etapas de inventário e avaliação quantitativa (Figura 2) tiveram como base o *Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico*, considerando a versão original, elaborada por García-Cortés e Carcavilla Urquí (2009) e a versão mais atualizada, proposta por García-Cortés et al. (2018). A proposta do inventário espanhol consiste em obter conjuntos distinguíveis de LIGs nas categorias de valor científico, didático e turístico/recreativo, e a realização de uma avaliação quantitativa dos seus valores e vulnerabilidades. Outros trabalhos consultados também contribuíram para a estruturação das etapas de inventário e avaliação quantitativa, com destaque para García-Cortés e Ferrero (2021) que, a partir de uma análise crítica da atual versão da metodologia do inventário espanhol, sugeriram alterações nos parâmetros da quantificação dos valores didático e turístico/recreativo e da susceptibilidade à degradação.

Figura 2 - Fluxograma das etapas metodológicas.



Elaboração - Os autores, 2022.

Procedimentos metodológicos do inventário

A primeira etapa do inventário consistiu no levantamento dos potenciais LIGs por meio de revisão bibliográfica/cartográfica e da consulta a especialistas que desenvolveram pesquisas na área de estudo. No total, foram identificados 10 especialistas, sendo nove geógrafos e um geólogo. Para essa consulta, foi elaborada uma ficha específica, na qual solicitamos aos especialistas que indicassem o nome do local, a sua localização e em quais dessas características poderiam se enquadrar: a) Local excepcional para conhecer e interpretar a origem, a evolução e a compartimentação do relevo do Maciço de Baturité; b) Local com grande potencial didático; c) Local com potencial didático moderado; e d) Local com potencial turístico. Duas fichas foram preenchidas por meio de entrevista presencial e as demais foram enviadas via *email*, com o prazo de 75 dias para resposta. Dessas, apenas uma foi respondida. Apesar da baixa participação, as contribuições obtidas nas três fichas foram muito relevantes. A coleta de dados *online* foi necessária devido ao local de residência de alguns entrevistados (fora do Ceará e do Brasil) e à movimentada agenda dos geógrafos que são docentes da graduação.

Em seguida, a partir do reconhecimento dos potenciais LIGs em campo, foi realizada a avaliação qualitativa, que possibilitou selecionar os locais mais significativos. Para auxiliar na seleção foi aplicada a classificação dos valores patrimoniais proposta por Sharples (2002), que considera seis valores: valor estético; valor científico/educacional; valor recreativo; valor histórico/cultural; valor com senso de lugar; e valor espiritual/religioso. Os parâmetros adotados como critérios de seleção foram: representatividade, estado de conservação/deterioração, acessibilidade, segurança e associação com elementos do patrimônio natural e/ou cultural. As ponderações foram feitas de acordo com o perfil de cada local. A indicação dos especialistas também foi considerada para a seleção final.

A caracterização dos LIGs selecionados foi a etapa final do inventário, quando foram realizados o cruzamento e a compilação dos dados coletados em campo com as informações disponíveis na literatura, resultando em uma descrição detalhada de cada local. Nessa etapa foi aplicada a classificação proposta por Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010), que determina o tipo dos LIGs de acordo com o tamanho, a forma e a disposição. Assim, a partir desses atributos espaciais,

cada local foi classificado em uma das seguintes tipologias: a) ponto: feição isolada de pequeno porte (cerca de 1 hectare); b) seção: feição com desenvolvimento espacial linear, em geral composta por afloramentos menores; c) área: sítio de dimensões maiores com apenas um tipo de interesse geológico-geomorfológico; d) mirante: uma grande área de interesse geológico-geomorfológico e um observatório de onde essa área pode ser vista; e) área complexa: grande sítio com homogeneidade fisiográfica, composto por vários pontos, seções, áreas e/ou mirantes.

Procedimentos metodológicos da avaliação quantitativa

Na avaliação quantitativa, inicialmente, foi realizada a quantificação dos valores científico, didático e turístico/recreativo com base em 15 parâmetros (Representatividade, Grau de conhecimento científico, Raridade, Estado de conservação, Condições de observação, Diversidade de elementos geomorfológicos, Conteúdo/uso didático, Infraestrutura logística, Acessibilidade, Tamanho (potencial de uso), Associação com elementos naturais e/ou culturais, Beleza cênica, Conteúdo/uso para divulgação, Potencial para realizar atividade turística/recreativa e Segurança). Cada parâmetro recebeu pontuação 0, 1, 2 ou 4, que foram multiplicadas pelos pesos referentes a cada categoria de valor (científico, didático e turístico/recreativo). A soma desses resultados revelou o valor científico (V_c), didático (V_d) e turístico/recreativo (V_t) de cada local, separadamente. Para a definição do valor patrimonial global (V_g) de cada LIG, compreendendo todas as categorias de valores avaliadas, foi utilizada a seguinte equação:

$$V_g = (V_c + V_d + V_t)/3 \quad (1)$$

Dessa maneira, sabendo que a pontuação máxima é 400, os valores científico, didático, turístico/recreativo e patrimonial global dos LIGs foram classificados como: a) muito alto, para pontuações compreendidas entre 301-400; b) alto, para pontuações entre 201-300; c) moderado, para pontuações entre 101-200; e d) baixo, para pontuações ≤ 100 .

Após a quantificação e classificação dos valores científico, didático, turístico/recreativo e patrimonial global, foi realizada a quantificação da susceptibilidade à degradação, para determinar as prioridades de proteção de cada local. No cálculo da susceptibilidade à degradação foram considerados os fatores relacionados à vulnerabilidade natural (Tamanho (fragilidade) e Ameaças naturais) e à vulnerabilidade antrópica (Interesse para exploração mineira ou hídrica, Proximidade a atividades/infraestruturas antrópicas, Acessibilidade, Proteção física ou indireta, Titularidade do solo e regime de acesso, Densidade demográfica municipal, Proximidade à zona turística/recreativa).

Para cada LIG, a vulnerabilidade natural (V_{UN}) e a vulnerabilidade antrópica (V_{UA}) foram quantificadas separadamente por meio da soma dos pontos (0, 1, 2 ou 4) multiplicados pelos respectivos pesos. Uma vez quantificados V_{UN} e V_{UA} , a susceptibilidade à degradação (SD) foi calculada pela fórmula:

$$SD = (V_{UN} \times V_{UA}) \times 1/2 \quad (2)$$

A soma das vulnerabilidades foi dividida por $\frac{1}{2}$ para que os resultados da SD ficassem compreendidos entre 0 e 400, mantendo a mesma escala dos valores científico, didático, turístico/recreativo e patrimonial global. De acordo com as pontuações alcançadas, a SD foi classificada como: a) muito alta, para pontuações obtidas entre 301-400; b) alta, para pontuações entre 201-300; c) moderada, para pontuações entre 101-200; e d) baixa, para pontuações ≤ 100 .

Com base nesses resultados, foi possível a definição das prioridades de proteção de cada LIG. Os locais foram ordenados em função da prioridade de proteção em suas diferentes vertentes (científica, didática, turística/recreativa e patrimonial global), a partir das seguintes fórmulas:

$$PP = (V_g + SD) \times 1/2 \quad (3)$$

$$PP_c = (V_c + SD) \times 1/2 \quad (4)$$

$$PP_d = (V_d + SD) \times 1/2 \quad (5)$$

$$PP_t = (V_t + SD) \times 1/2 \quad (6)$$

Nas quais: PP = prioridade de proteção global; Vg = valor patrimonial global; PPc = prioridade de proteção científica; Vc = valor científico; PPd = prioridade de proteção didática; Vd = valor didático; PPT = prioridade de proteção turística/recreativa; Vt = valor turístico/recreativo; e SD = susceptibilidade à degradação.

De forma análoga ao cálculo para a quantificação da SD, o resultado da soma dos valores com a SD foi dividido por ½ para que os resultados fossem compreendidos entre 0 e 400, mantendo a escala dos fatores anteriormente quantificados. A necessidade de proteção foi determinada de acordo com o grau de prioridade de proteção que, por sua vez, foi classificado a partir das pontuações alcançadas na avaliação. Para os LIGs com pontuação entre 301 e 400, a prioridade de proteção se classificou como muito alta, necessitando de proteção urgente; para aqueles com pontuação entre 201 e 300, a prioridade de proteção se classificou como alta, necessitando de proteção a curto prazo; para os LIGs com pontuações entre 101 e 200, a prioridade de proteção se classificou como média, necessitando de proteção a médio prazo; já para aqueles com pontuações ≤100 a prioridade de proteção se classificou como baixa, necessitando de proteção a longo prazo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário dos locais de interesse geomorfológico do Maciço de Baturité

Na etapa inicial, composta de levantamento bibliográfico/cartográfico e consulta a especialistas, foram identificados 29 potenciais LIGs. Após o reconhecimento em campo e a avaliação qualitativa, foram selecionados 17 LIGs, distribuídos em 11 municípios (Quadro 1), contemplando ícones do turismo regional, bem como locais nunca antes descritos na literatura.

Quadro 1 - Maciço de Baturité (CE): locais de interesse geomorfológico inventariados, 2022.

Local de interesse geomorfológico	Município	Unidade geomorfológica	Tipologia espacial	Coordenadas geográficas
Alto de Santa Rita	Redenção	Vertente Dissecada Úmida	Mirante	4° 13' 12" S, 38° 43' 41" O
Cachoeira Paracupeba	Redenção	Superfície Dissecada Setentrional	Ponto	4° 11' 44" S, 38° 46' 29" O
Sítio Frade	Acarape	Vertente Dissecada Úmida	Área	4° 16' 39" S, 38° 42' 00" O
Serra da Barreira	Barreira	Vertente Dissecada Úmida	Mirante	4° 17' 03" S, 38° 39' 59" O
Pedra Aguda	Aracoiaba	Superfície Sertaneja	Área	4° 27' 23" S, 38° 47' 00" O
Monte Cruzeiro dos Jesuítas	Baturité	Vertente Dissecada Úmida	Mirante	4° 19' 07" S, 38° 53' 29" O
Rio Aracoiaba	Baturité/ Guaramiranga	Vertente Dissecada Úmida	Área Complexa	4° 18' 11" S, 38° 54' 41" O
Cachoeira São Paulo	Guaramiranga	Vertente Dissecada Úmida	Ponto	4° 15' 32" S, 38° 54' 13" O
Mirante de Areias	Pacoti	Superfície de Cimeira	Mirante	4° 14' 19" S, 38° 51' 36" O
Cachoeira Redonda	Mulungu	Vertente Dissecada Úmida	Ponto	4° 21' 42" S, 39° 00' 12" O
Estrada do Camará	Mulungu	Superfície de Cimeira	Mirante	4° 17' 52" S, 39° 01' 38" O
Chapada do Lameirão	Mulungu	Superfície de Cimeira	Mirante	4° 19' 45" S, 39° 00' 59" O
Pico do Mussum	Aratuba	Superfície de Cimeira	Mirante	4° 25' 11" S, 39° 03' 35" O
Pedra do Boné	Maranguape	Superfície Dissecada Setentrional	Mirante	4° 04' 52" S, 38° 54' 58" O
Pedra do Bacamarte	Palmácia	Superfície Dissecada Setentrional	Área	4° 08' 37" S, 38° 48' 51" O
Mirante da Pendanga	Guaramiranga	Superfície de Cimeira	Mirante	4° 12' 05" S, 38° 57' 41" O
Pico Alto	Guaramiranga	Superfície de Cimeira	Mirante	4° 12' 29" S, 38° 58' 27" O

Elaboração - Os autores, 2022.

Caracterização dos locais de interesse geomorfológico inventariados

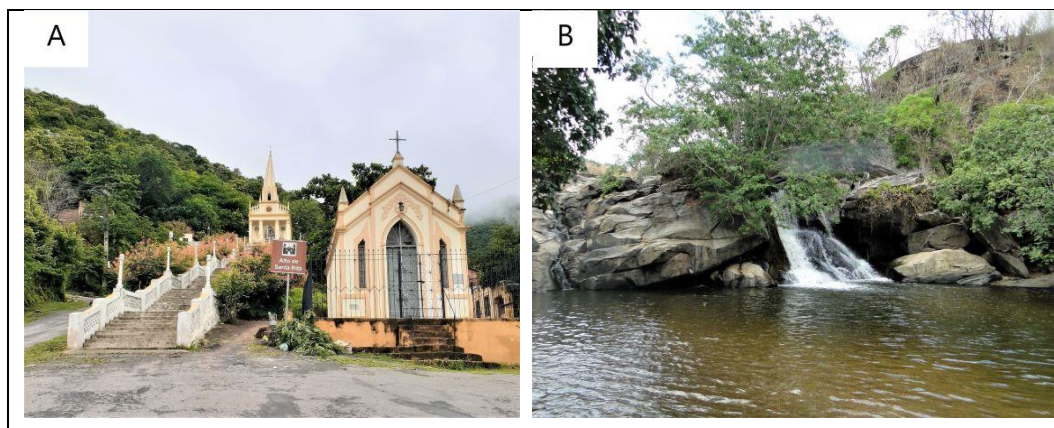
A caracterização apresentada a seguir contém as principais informações acerca dos LIGs inventariados, sobretudo aquelas que justificam seus valores patrimoniais. Os nomes dos LIGs foram

definidos respeitando a denominação local ou, nos casos da inexistência de um topônimo, foram designados pelos nomes das localidades em que estão inseridos.

O LIG Alto de Santa Rita é um mirante do município de Redenção, localizado a ~240m de altitude, que possibilita a visualização do vale e da planície fluvial do rio Pacoti, o modelado em pedimentos da vertente oriental, além dos relevos cársticos do município de Acarape. Em termos litológicos, o LIG está inserido na zona de contato entre a Unidade Tamboril (NP3ytst) e a Formação Independência (NP2ci), ambas de idade neoproterozoica. O local abriga um conjunto de equipamentos religiosos (capelas, imagens, crucifixo) interligados por uma escadaria (Figura 3a), que lhe conferem valor histórico/cultural e religioso (católico). De acordo com PRODETUR (2014), o público visitante é de âmbito local, em sua maioria, e o interesse religioso é o principal atrativo, mas também é procurado por turistas para fins de contemplação.

O LIG Cachoeira Paracupeba (Figura 3b), classificado na categoria ponto, está localizado a ~150m de altitude, no médio curso do rio Pacoti, configurando uma queda d'água de ~8m de altura. No local, inserido no contato entre as rochas neoproterozoicas da Unidade Tamboril (NP3ytst) e da Unidade Granitóide Santa Quitéria (NP3ytsq), encontram-se inúmeras marmitas (*potholes*), extensos afloramentos, verticais e horizontais, além de domos rochosos (pães de açúcar) no entorno. A Cachoeira Paracupeba está entre os principais atrativos turísticos do município de Redenção, frequentada, sobretudo, por moradores locais.

Figura 3 - Maciço de Baturité (CE): a) LIG Alto de Santa Rita, b) LIG Cachoeira Paracupeba, 2022.



Fotos - Os autores, 2020.

O LIG Sítio Frade situa-se no município de Acarape. O local, de tipologia área, abriga afloramentos de mármore, de dimensões métricas a hectométricas, pertencentes à Formação Itataia (NP2cit), datadas do Neoproterozoico. Trata-se de relevos cársticos (Figura 4a) que se apresentam em forma de pináculos sulcados por lapiás (*karren*), decorrentes dos processos de dissolução atuantes sobre essas rochas carbonáticas. Tais feições, algumas ultrapassando 200m de altitude, encontram-se seriamente ameaçadas pela mineração.

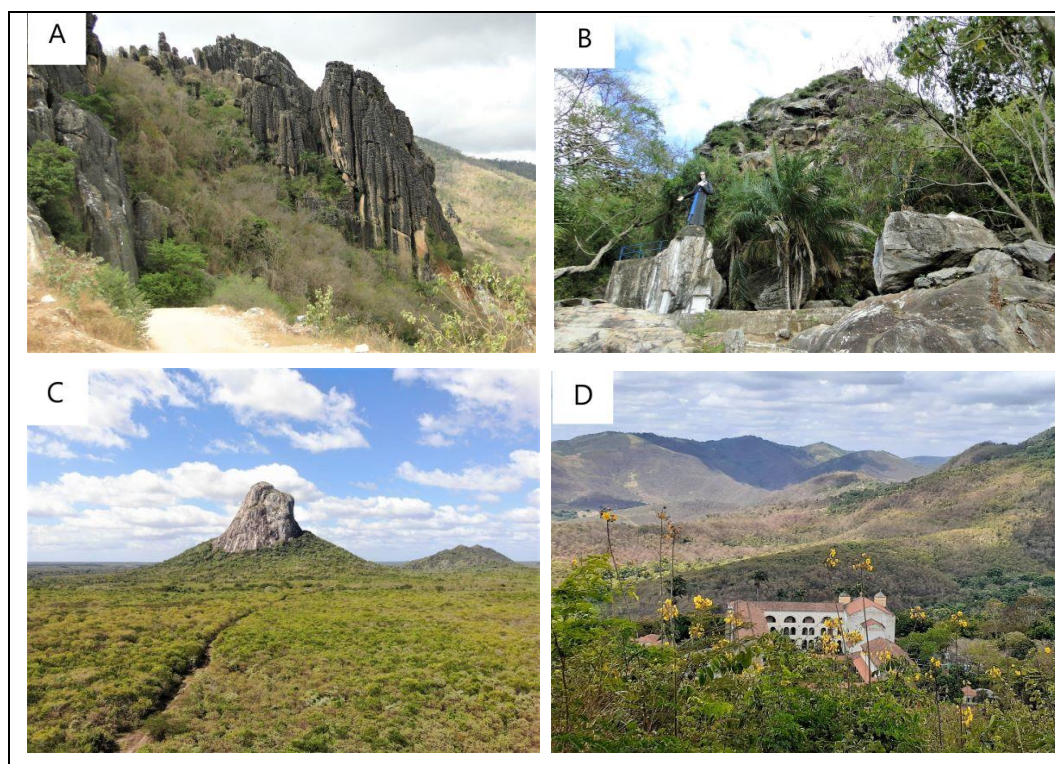
O LIG Serra da Barreira é uma crista de quartzito (PINÉO, 2017) da Formação Independência (NP2ciq), de idade neoproterozoica, localizado no município de Barreira. Situado a ~340m de altitude, um grande afloramento, conhecido como Pedra Pelada, se tornou um ponto mirante (Figura 4b). De lá é possível visualizar os Tabuleiros Pré-litorâneos, a planície fluvial do rio Choró e os *inselbergs* da Superfície Sertaneja. A trilha até o topo é relativamente curta, com cerca de 200m de extensão, porém íngreme e pedregosa. A face sul da Pedra Pelada forma um pequeno abrigo-sob-rocha. Desde 2002, o local abriga o Santuário de Santa Paulina, que possui uma estrutura bem simples, contando apenas com uma imagem da santa, medindo 3,25m de altura, escadas e um altar, instalados entre as rochas para a realização das missas campais. O local é frequentado por fiéis que cultuam a santa, bem como por visitantes para fins de contemplação.

O LIG Pedra Aguda é um *inselberg* (Figura 4c) que se projeta 200m acima da Superfície Sertaneja circunvizinha e que se encontra a ~350m em relação ao nível do mar. Na tipologia espacial, ficou classificado como área. Aflora próximo à porção central do Corpo Pedra Aguda (NP3δ2s1), integrante

da Suíte Intrusiva São João do Sabugi (NP3δ2s), uma suíte máfica a intermediária, datada do Neoproterozoico, intrusiva nos litotipos do Complexo Canindé do Ceará. Constitui uma macroforma predominantemente granítica, com o entorno aplainado, formado por gabros e dioritos (BESSA, 2000). Do ponto de vista didático, se destaca pela diversidade de elementos e processos geológicos/geomorfológicos presentes na área, tais como a presença de um *tafone* de dimensões métricas e a associação com patrimônio natural biótico (carnaúba) e valores histórico-culturais (símbolos do município e lenda local). Apesar de já constar entre os atrativos turísticos do município, não foram identificadas atividades de turismo estruturadas para o local.

O LIG Monte Cruzeiro dos Jesuítas é um mirante situado a ~430m de altitude, que compreende o topo de uma estrutura em domo, cujos flancos abruptos se iniciam no *piemont* leste e se estendem vertente acima. Encontra-se na Unidade Paragnaisse Migmatítico (PP2cnq), de idade paleoproterozoica. Do mirante, observa-se o modelado em pedimentos da vertente oriental, os *inselbergs* da Superfície Sertaneja, a sede municipal de Baturité e uma vista única da imponente estrutura arquitetônica do Mosteiro dos Jesuítas (convento) (Figura 4d). Ambos, mirante e convento têm presença marcante no contexto urbano de Baturité, podendo ser observados de diversos pontos da cidade. Esse LIG não é comumente divulgado entre os pontos turísticos da região.

Figura 4 - Maciço de Baturité (CE): a) LIG Sítio Frade, b) LIG Serra da Barreira, c) LIG Pedra Aguda, d) LIG Monte Cruzeiro dos Jesuítas, 2022.



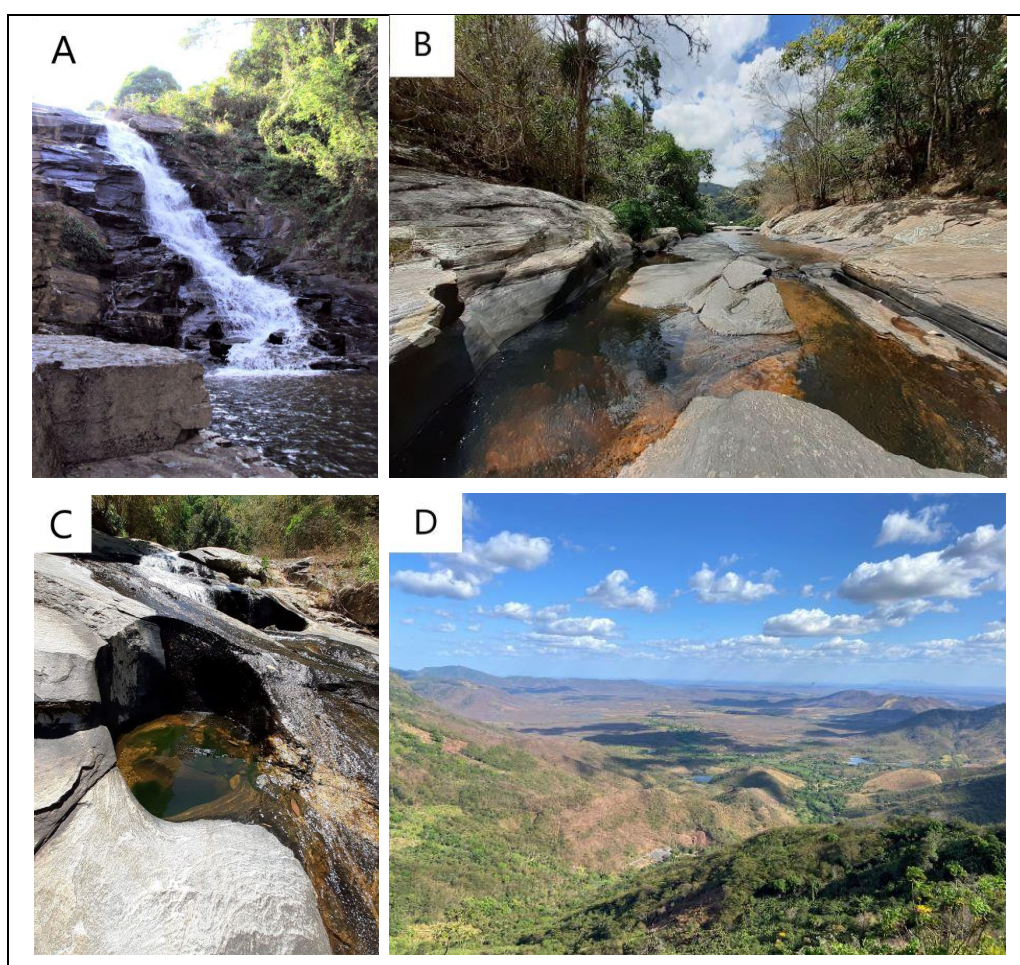
Fotos a, b e d - Os autores, 2020. Foto c: Donizete José Vicente Júnior, 2019.

O LIG Rio Aracoiaba encontra-se na vertente oriental, no alto curso do rio Aracoiaba, entre os municípios de Guarimiranga e Baturité. O trecho longitudinal delimitado situa-se entre as cotas 630m e 450m e possui ~3,5km de extensão, abrangendo as cachoeiras Buraco do Agrimar, Cachoeira da Talyta (Figura 5b) e Cachoeira do Perigo, sobre as rochas neoproterozoicas da Formação Independência (NP2ci); e Cachoeira do Cipó (Figura 5a) e Cachoeira Santa Edwiges, nas rochas paleoproterozoicas da Unidade Paragnaisse Migmatítico (PP2cnp). Essas características formaram um LIG de tipologia área complexa. A observação, dessas cachoeiras, em conjunto, possibilita conferir diferentes aspectos de interesse geomorfológico, dentre eles: a sequência de *knickpoints*, exibindo o escalonamento topográfico do perfil longitudinal do canal; a distribuição e a diversificação morfológica de marmitas ao longo dos segmentos de leito rochoso e a transição fitofisionômica da mata úmida para

a mata seca, relacionada com a variação altimétrica. Com exceção da cachoeira Buraco do Agrimar, as demais quedas d'água são consagradas pelo turismo local.

O LIG Cachoeira São Paulo, a ~550m de altitude, consiste em uma queda d'água de ~5m de altura e uma extensa corredeira, com alguns trechos propícios para banho, por onde drenam as águas do riacho Candéia, em Guaramiranga (vertente oriental). Neste LIG, da tipologia ponto, encontram-se diversas marmitas (Figura 5c), dos mais variados formatos e dimensões, moldadas nas rochas neoproterozoicas da Formação Independência (NP2ci). A extensa trilha de acesso à cachoeira é um atrativo à parte para os amantes do turismo de aventura e do ecoturismo. No percurso, em meio a mata úmida, destaca-se a presença de duas nascentes d'água e de pontos de nidificação de pássaros em barrancos, evidenciando, de forma bem didática, a interação entre elementos da geodiversidade e da biodiversidade. A divulgação turística da cachoeira é feita por guias locais, que organizam passeios nos finais de semana e feriados, para grupos de até 10 pessoas/guia.

Figura 5 - Maciço de Baturité (CE): a e b) LIG Rio Aracoiaba, c) LIG Cachoeira São Paulo, d) LIG Mirante de Areias, 2022.



Fotos - Os autores, 2020.

O LIG Mirante de Areias (Figura 5d), situado em Pacoti a ~670m de altitude, está inserido em uma zona de contato entre a Formação Independência (NP2ci), a Unidade Tamboril (NP3ytst), ambas do Neoproterozoico, e a Unidade Paragnaisse Migmatítico (PP2cnp), do Paleoproterozoico. O local também é marcado pela Zona de Cisalhamento Compressional de Pacoti. Esse complexo contexto geológico pode justificar o expressivo recuo erosivo da vertente oriental nesse trecho. Na encosta, que se inicia a partir do mirante, a atuação dos processos erosivos resultou na exposição de litotipos mais resistentes, atestando a erosão regressiva nessa vertente a barlavento. Do ponto de observação, é possível visualizar cristas residuais e os *inselbergs* da Superfície Sertaneja. Apesar do grande potencial

turístico do local, os proprietários não possuem nenhuma atividade e/ou estrutura voltadas para essa finalidade.

O LIG Cachoeira Redonda, classificado na categoria ponto, encontra-se a ~580m de altitude e constitui uma cachoeira formada no riacho Canabrava, curso d'água integrante da bacia hidrográfica do rio Choró, que drena na vertente oriental sobre as rochas paleoproterozoicas da Unidade Paragnaisse Migmatítico (PP2cnp). A queda d'água tem ~9m de altura e inunda uma área que propicia boas condições de banho, nos períodos de alta vazão (Figura 6a). No leito do riacho observa-se o acúmulo de material coluvial, incluindo matacões de grandes dimensões, evidenciando os processos morfodinâmicos atuantes no local. A Cachoeira Redonda está entre os principais atrativos turísticos do município de Mulungu, frequentada pela população local e por turistas. A divulgação do local ocorre via redes sociais, por grupos que organizam passeios ecoturísticos.

O LIG Estrada do Camará é um mirante situado a ~870m de altitude. Este LIG (Figura 6b), localizado na Unidade Paragnaisse Migmatítico (PP2cnp), de idade neoproterozoica, é um dos melhores pontos de observação dos relevos estruturais formados a partir dos quartzitos dobrados. A relação estrutura/forma é claramente perceptível nos extensos escarpamentos monoclinais, relevos típicos da vertente oriental. O mirante possibilita, ainda, conferir uma parcela do *piemont* semiárido, o modelado da Superfície de Cimeira e o Serrote da Prata, uma crista aguçada que possui significado cultural associado a lendas acerca da origem do topônimo e a fatos sobrenaturais (FREIRE et al., 2018).

O LIG Chapada do Lameirão encontra-se a ~860m de altitude. Apesar de não se tratar de estrutura sedimentar, foi designado localmente pelo termo *chapada*, possivelmente, devido ao aspecto relativamente plano e alongado. Situa-se na porção mais estreita da Superfície de Cimeira e que corresponde ao divisor das águas das bacias do rio Curu e do rio Choró. O mirante está posicionado em frente a um recuo erosivo da vertente ocidental (Figura 6c), onde é possível perceber processos erosivos do tipo ravinamento, bem como escarpas monoclinais expondo cornijas de quartzito. Em termos geológicos, o LIG está inserido em uma zona de contato entre as rochas neoproterozoicas da Formação Independência (NP2ci) com as rochas paleoproterozoicas da Unidade Paragnaisse Migmatítico (PP2cnp), o que pode justificar as diferenciações no modelado neste setor. O local é frequentado por moradores e visitantes para fins de contemplação e, eventualmente, por professores e estudantes em aulas acadêmicas de campo. No entanto, a proximidade da rodovia CE-065 e a ausência de local adequado para estacionar comprometem as condições de segurança.

O LIG Pico do Mussum está situado na linha de cumeada de uma alongada crista estrutural (Figura 6d), a aproximadamente 1.015m de altitude, no limiar entre a Superfície de Cimeira e a vertente sul do maciço. Trata-se de um dos mais expressivos ressaltos topográficos do Maciço de Baturité, localizado no município de Aratuba. Em termos litoestruturais, a crista é sustentada por quartzitos neoproterozoicos da Formação Independência (NP2ci). Este LIG corresponde a um mirante voltado para o interior do maciço, de onde se observa importantes elementos do modelado regional, dentre eles a Superfície de Cimeira e os relevos residuais na Superfície Sertaneja, a leste. Apesar da facilidade de acesso e das boas condições de segurança, a divulgação e visitação desse local ainda é incipiente.

O LIG Pedra do Boné é um mirante situado no município de Maranguape, extremo norte do maciço, a ~690m de altitude. O local recebeu esse topônimo devido à presença de um afloramento rochoso que apresenta formato semelhante a aba de um boné (Figura 7a). Em 2012, os proprietários do local instalaram um altar de Nossa Senhora de Fátima ao lado do afloramento e, desde então, recebem visitantes atraídos tanto pelo mirante e pela pitoresca Pedra do Boné, quanto pelas missas campais realizadas pelo padre da comunidade. Em termos estruturais, o LIG está inserido na Unidade Tamboril (NP3ytst), um domínio granítico-migmatítico neoproterozoico, pertencente ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria. O mirante oferece uma visão privilegiada do modelado da vertente setentrional, composta pela planície fluvial do rio São Gonçalo, pela Serra de Maranguape e pelos relevos residuais dispostos nessa porção da Superfície Sertaneja.

O LIG Pedra do Bacamarte corresponde à um proeminente domo rochoso que se tornou símbolo do município de Palmácia, representado na bandeira e no brasão municipal. Ele atinge ~720m de altitude,

cujo topo aguçado o caracteriza como um pontão rochoso do tipo pão-de-açúcar (Figura 7b). Suas dimensões o classificaram na tipologia área. Geologicamente, está inserido no domínio granítico-migmatítico da Unidade Tamboril (NP3ytst), do Neoproterozoico. O acesso até o topo é feito obrigatoriamente a pé, por ~1km de trilha com cerca de 300m de desnível. De cima, é possível conferir o modelado do setor setentrional do maciço, onde a erosão regressiva expôs numerosos domos rochosos de dimensões hectométricas (BÉTARD, 2007). O local integra roteiro de eventos de esportes radicais.

Figura 6 - Maciço de Baturité (CE): a) LIG Cachoeira Redonda, b) LIG Estrada do Camará, c) LIG Chapada do Lameirão, d) LIG Pico do Mussum, 2022.

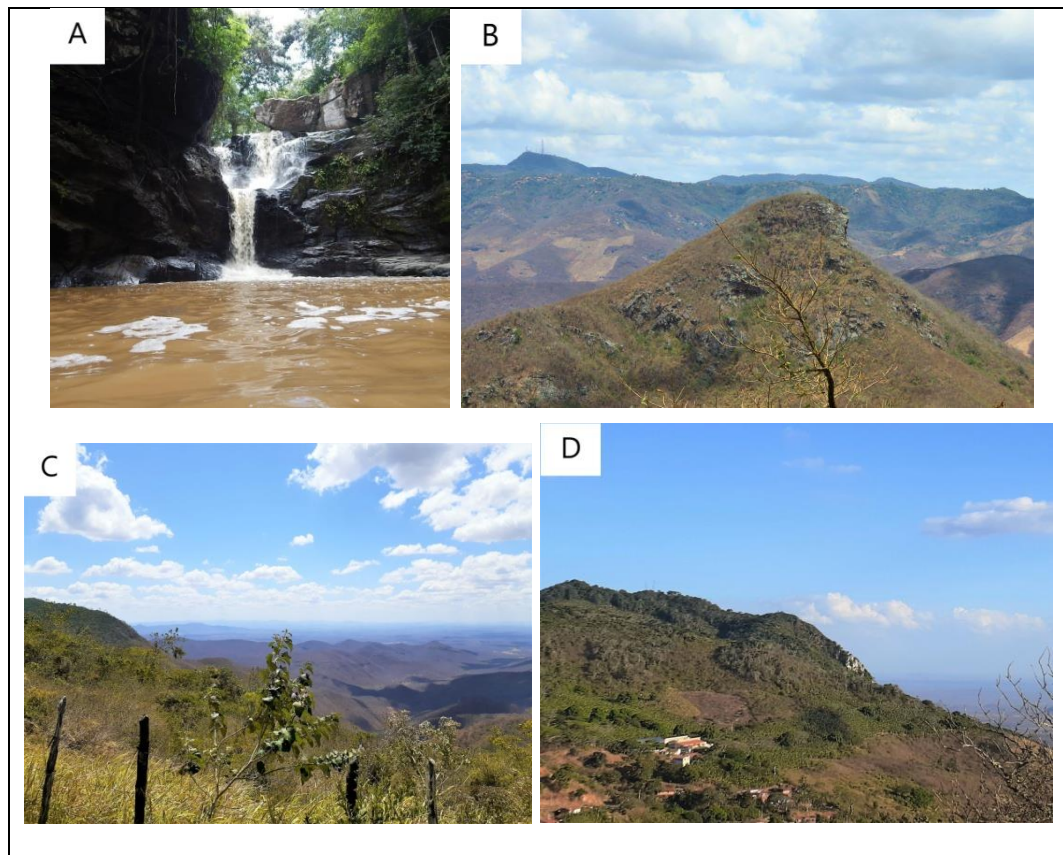


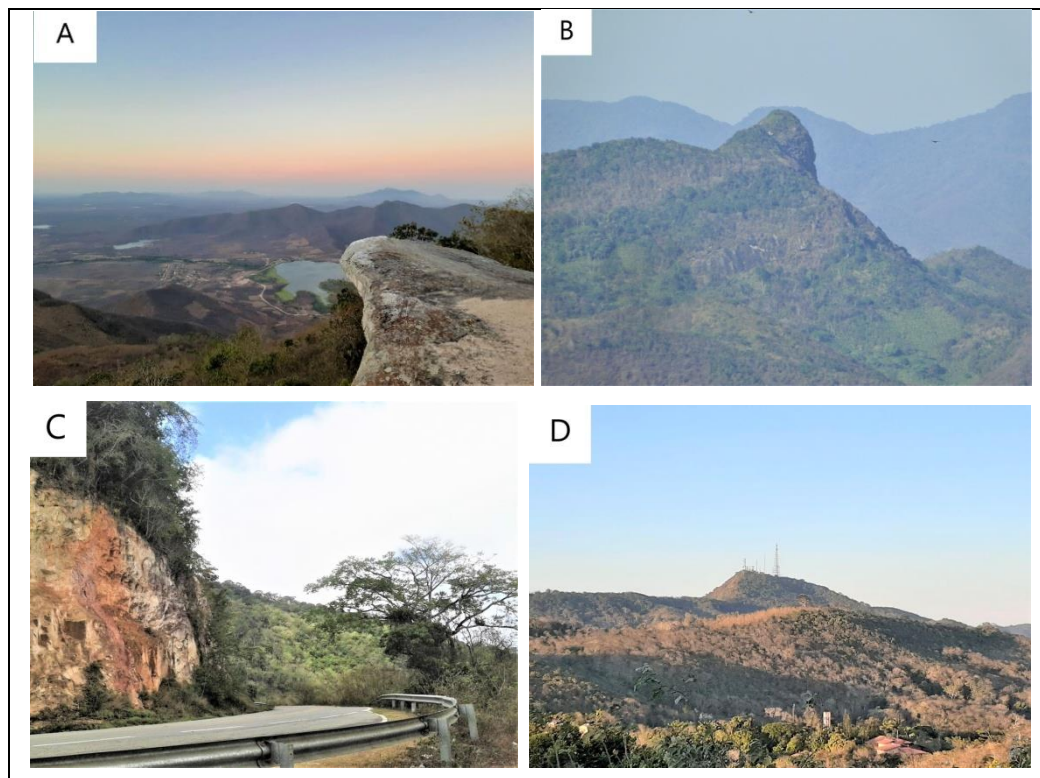
Foto a - Acervo Trekking-CE, 2019. Fotos b-d: Os autores, 2020.

O LIG Mirante da Pendanga situa-se em Guaramiranga, a ~920m de altitude. O local também é conhecido como Mirante de Guaramiranga, mas optou-se pela denominação mais usada na região, que se refere à ladeira da Pendanga (Figura 7c), como é conhecido o trecho da CE-253 que se dispõe do mirante até o *piemont* semiárido. Em termos morfoestruturais, esse LIG encontra-se no limiar da Superfície de Cimeira com a vertente ocidental, sobre uma extensa lente de quartzito micáceo (PINÉO; ZWIRTES, 2013) da Formação Independência (NP2ciq). Do mirante observa-se o modelado da vertente ocidental, o *piemont* semiárido, bem como os reflexos ambientais decorrentes da posição a sotavento. O Mirante da Pendanga não é comumente divulgado entre os pontos turísticos da região, mas recebe turistas durante todo o ano, bem como professores e alunos universitários em aula de campo, atraídos pelas condições favoráveis de acesso, segurança e beleza cênica.

O LIG Pico Alto, que constitui o ponto culminante do Maciço de Baturité, situa-se a 1.115m de altitude. Trata-se de uma crista residual sustentada pela mesma lente de quartzito do LIG Mirante da Pendanga (Formação Independência - NP2ciq). Essa crista, localizada em Guaramiranga, consiste em um imponente testemunho da erosão diferencial sofrida na região (Figura 7d). A elevada altitude, aliada à possibilidade de visão panorâmica a ~360°, tornam-no o principal mirante da área de estudo. Do local, observam-se o modelado da Superfície de Cimeira, a vertente ocidental, a Superfície Sertaneja e, ainda, parte da zona costeira do Ceará. Também é possível conferir o papel das chuvas orográficas e

a variação fitofisionômica. O Pico Alto é um dos principais ícones do turismo regional, visitado durante todo o ano, sobretudo nos finais de semana e feriados.

Figura 7 - Maciço de Baturité (CE): a) LIG Pedra do Boné, b) LIG Pedra do Bacamarte, c) LIG Mirante da Pendanga, d) LIG Pico Alto, 2022.



Fotos - os autores, 2020.

Para finalizar essa caracterização, apresentamos a utilização da proposta de Sharples (2002), que evidenciou valores patrimoniais não avaliados ou avaliados de forma indireta no inventário, complementando, portanto, a descrição final dos LIGs (Quadro 2).

Quadro 2 - Maciço de Baturité (CE): valores patrimoniais, segundo Sharples, 2002.

Local de interesse geomorfológico	Valor Estético	Valor Científico/Educacional	Valor Recreativo	Valor Histórico/Social	Valor com 'Senso de Lugar'	Valor Espiritual/Religioso
Alto de Santa Rita	X	X	X	X	X	X
Cachoeira Paracupeba	X	X	X			
Sítio Frade	X	X	X			
Serra da Barreira	X	X	X	X	X	X
Pedra Aguda	X	X	X	X	X	
Monte Cruzeiro dos Jesuítas	X	X	X	X		X
Rio Aracoíaba	X	X	X		X	
Cachoeira São Paulo	X	X	X			
Mirante de Areias	X	X	X			
Cachoeira Redonda	X	X	X			
Estrada do Camará	X	X	X	X	X	
Chapada do Lameirão	X	X	X		X	
Pico do Mussum	X	X	X		X	
Pedra do Boné	X	X	X	X	X	X
Pedra do Bacamarte	X	X	X	X	X	
Mirante da Pendanga	X	X	X			
Pico Alto	X	X	X		X	

Fonte - Os autores, 2022.

Avaliação quantitativa dos locais de interesse geomorfológico do Maciço de Baturité

Esta subseção apresenta os resultados da avaliação quantitativa dos LIGs do Maciço de Baturité. Inicialmente, foi realizada a quantificação dos valores científico, didático, turístico/recreativo e patrimonial global. Em seguida, foi realizado o cálculo da vulnerabilidade natural e antrópica, que determinou a susceptibilidade à degradação. Por fim, com base nos valores avaliados e na susceptibilidade à degradação, foram calculadas as prioridades de proteção de cada LIG.

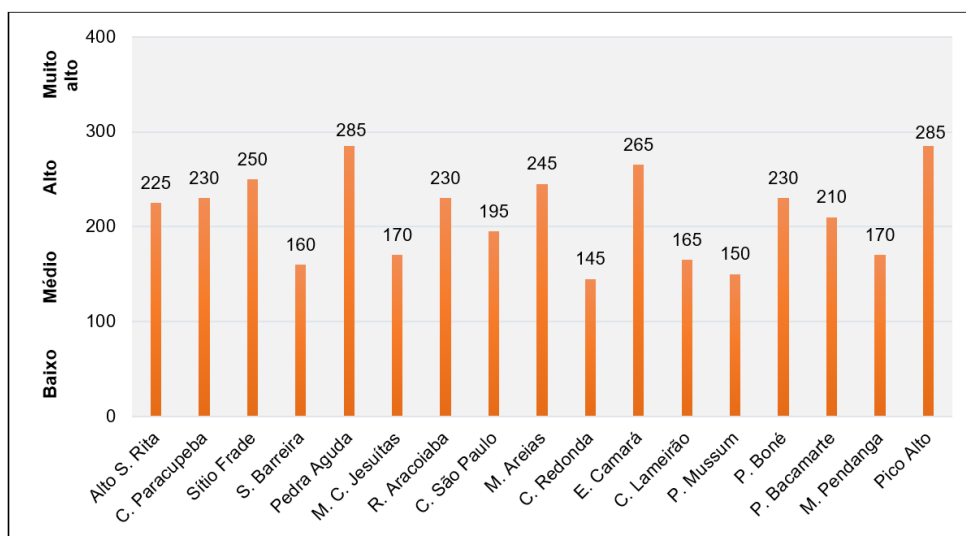
Na quantificação do valor científico (Vc), 10 LIGs se classificaram com Vc alto (Figura 8). Dentre eles, o LIG Pedra Aguda e o LIG Pico Alto obtiveram a maior pontuação (285 pontos). Esses LIGs, sobretudo a Pedra Aguda, dentre todos os inventariados, estão entre os que possuem o maior número de publicações científicas identificadas acerca dos seus aspectos geológico-geomorfológicos, o que colaborou para uma boa pontuação no parâmetro Grau de conhecimento científico, elevando as notas.

O LIG Estrada do Camará, o LIG Sítio Frade e o LIG Mirantes de Areias, com 265, 250 e 245 pontos, respectivamente, receberam nota máxima nos parâmetros Representatividade e Condições de observação. Nos LIGs Estrada do Camará e Mirante de Areias, a nota máxima no parâmetro Diversidade de elementos geomorfológicos colaborou para o resultado satisfatório. No LIG Sítio Frade, o parâmetro Raridade também contribuiu para impulsionar a nota, no entanto, as constantes alterações provocadas pela atividade de mineração, rebaixaram a pontuação do parâmetro Estado de conservação.

Com Vc alto, também vale destacar os resultados alcançados pelos LIGs Cachoeira Paracupeba e Rio Aracoiaba, ambos com 230 pontos. Estes LIGs receberam nota máxima nos parâmetros Representatividade e Diversidade de elementos geomorfológicos. Esses resultados confirmam a importância dessas cachoeiras no contexto geomorfológico do Maciço de Baturité, abrindo precedentes para novas pesquisas. A Cachoeira Paracupeba e algumas das cachoeiras do rio Aracoiaba abrigam uma enorme quantidade e diversificação morfológica de marmitas, sendo assim de grande relevância para o estudo dessas feições.

Os demais LIGs se classificaram com Vc médio. Nessa classificação, o LIG Cachoeira Redonda, obteve a menor nota alcançada no Vc, 145 pontos, o que não diminui o seu interesse geomorfológico em âmbito regional. Nesse LIG, cuja visita de campo ocorreu em período de vazão, não foram identificadas marmitas, o que pode ser interessante para uma investigação comparativa entre esta cachoeira e as demais, considerando análise acerca do material litológico, zonas de fraqueza, fluxo hídrico sazonal, aporte de sedimentos, dentre outros possíveis questionamentos.

Figura 8 - Resultado da avaliação quantitativa do valor científico.



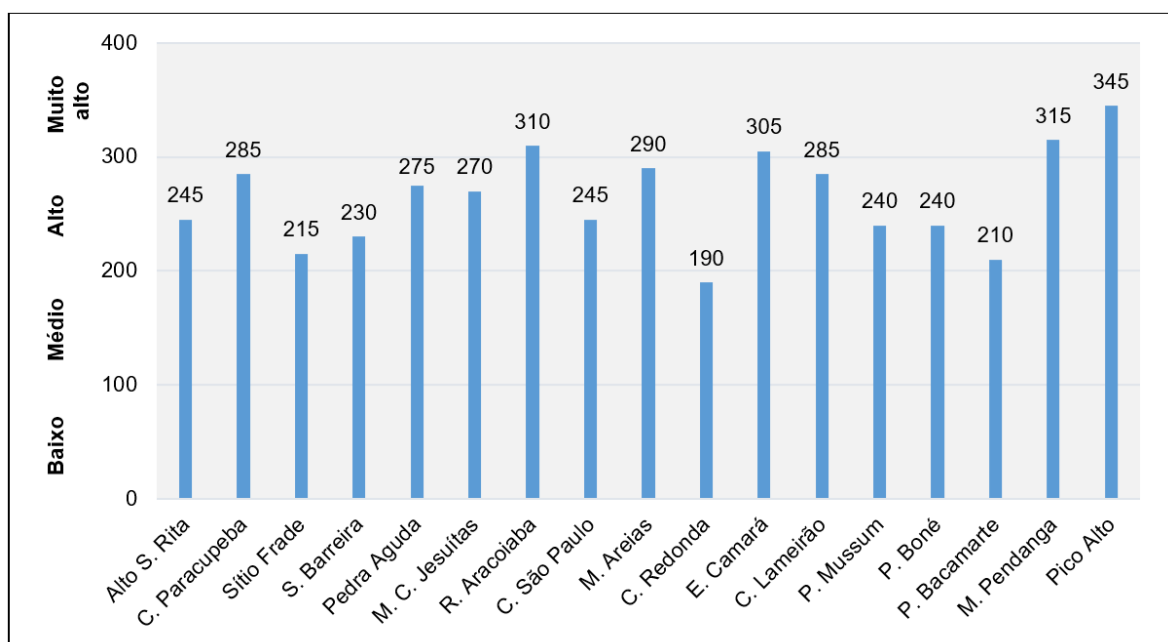
Elaboração - Os autores, 2022.

Dentre os seis parâmetros utilizados no cálculo do Vc, os parâmetros Grau de conhecimento científico e Raridade, obtiveram pontuações muito baixas para a maioria dos LIGs, em geral 0 ou 1, impossibilitando a obtenção de notas finais mais elevadas. Esses resultados apontam a necessidade

de ampliar os estudos acerca desses locais, tendo em vista serem feições representativas do modelado regional.

Na avaliação do valor didático (Vd), quatro LIGs foram classificados com Vd muito alto (Figura 9). São eles: o LIG Pico Alto, com 345 pontos; o LIG Mirante da Pendanga, com nota 315; o LIG Rio Aracoiaba, com 310 pontos; e o LIG Estrada do Camará, com nota 305. Esses LIGs foram bem pontuados nos parâmetros Representatividade, Condições de observação, Conteúdo/uso didático, Acessibilidade e Beleza cênica, e todos tiveram nota máxima nos parâmetros Diversidade de elementos geomorfológicos e Infraestrutura logística. Doze LIGs se classificaram com Vd alto. Desses, destacam-se o LIG Mirante de Areias, com 290 pontos; o LIG Cachoeira Paracupeba e o LIG Chapada do Lameirão, ambos com 285 pontos. Todos eles receberam nota máxima nos parâmetros Diversidade de elementos geomorfológicos e Infraestrutura logística. Apenas um LIG obteve nota abaixo de 200 pontos, o LIG Cachoeira Redonda, classificando-se com Vd médio, tendo em vista não ter recebido nota máxima em nenhum dos parâmetros de maior peso.

Figura 9 - Resultado da avaliação quantitativa do valor didático.



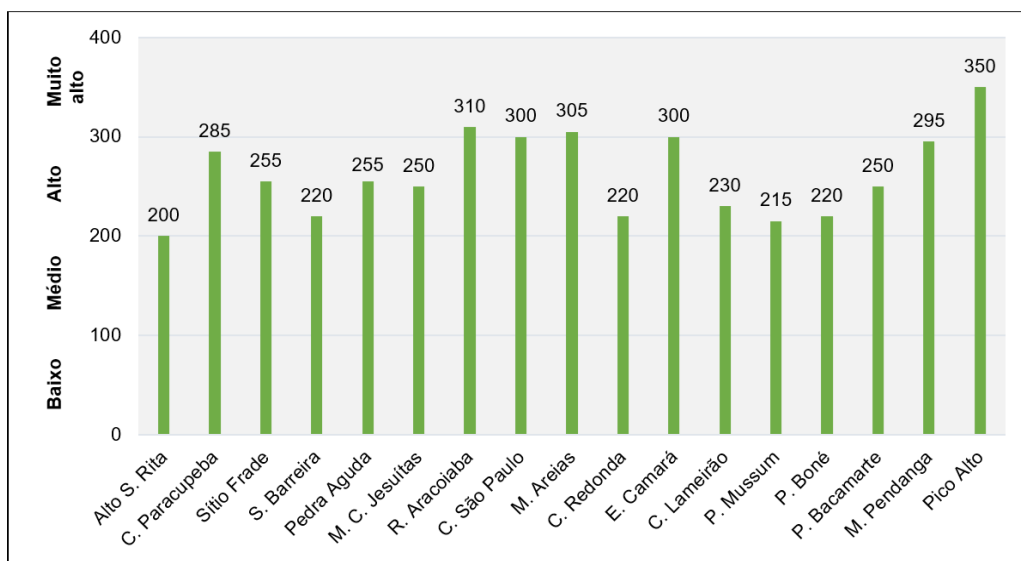
Elaboração - Os autores, 2022.

Na avaliação do valor turístico (Vt), três LIGs se classificaram com Vt muito alto (Figura 10). São eles: LIG Pico Alto, com 350 pontos; LIG Rio Aracoiaba, com 310 pontos; e LIG Mirante de Areias, com nota 305. Esses LIGs foram bem pontuados nos parâmetros Condições de observação, Acessibilidade e Potencial para realizar atividade turística/recreativa. Todos eles tiveram nota máxima nos parâmetros Infraestrutura logística e Beleza cênica. Estes resultados, para o LIGs Pico Alto e Rio Aracoiaba, não surpreenderam, tendo em vista serem locais consagrados pelo turismo regional. Por outro lado, o Vt muito alto apresentado para o LIG Mirante de Areias, evidencia um potencial ainda não explorado.

Treze LIGs, com notas entre 215 e 300, se classificaram com Vt alto, nos quais se destacam: os LIGs Cachoeira São Paulo e Estrada do Camará, ambos com 300 pontos; o LIG Mirante da Pendanga, com 295 pontos; e o LIG Cachoeira Paracupeba, que atingiu nota 285. Os principais parâmetros que impulsionaram a nota desses LIGs foram Condições de observação, Infraestrutura logística, Beleza cênica e Conteúdo/uso para divulgação.

Apenas o LIG Alto de Santa Rita, com 200 pontos, ficou classificado com Vt médio. Este LIG, assim como os LIGs Serra da Barreira, Monte Cruzeiro dos Jesuítas e Pedra do Boné, ainda pouco conhecidos e/ou divulgados, possui perfil para o turismo religioso devido aos diversos equipamentos católicos que abrigam.

Figura 10 - Resultado da avaliação quantitativa do valor turístico/recreativo.



Elaboração - Os autores, 2022.

Com Vc, Vd e Vt definidos, foi possível determinar o valor patrimonial global (Vg) de cada LIG, cujas pontuações ficaram compreendidas entre 185 e 326 (Quadro 3). Dentre os três valores avaliados (científico, didático e turístico/recreativo), o valor didático foi o de maior pontuação para oito LIGs. Todos eles possuem uma característica em comum: são mirantes. Essa tipologia espacial, em geral, apresenta a possibilidade de observação de variados processos erosivos, feições e diferenciações no modelado a longas distâncias, o que colaborou para esse resultado. Também vale ressaltar que, dentre esses oito locais, cinco foram indicados por especialistas que têm conhecimento da área de estudo, o que confirmou o potencial didático por eles apontado.

Apenas o LIG Pico Alto se classificou com Vg muito alto, com 326 pontos, ficando em primeiro lugar na classificação numérica. Quinze LIGs se classificaram com Vg alto, com pontuações variando entre 201 e 290. Esses resultados refletem a boa pontuação alcançada por esses LIGs nos três valores avaliados (científico, didático e turístico/recreativo). O LIG Cachoeira Redonda foi o único local com Vg médio, como consequência das baixas pontuações obtidas na quantificação dos valores científico e didático. Para os LIGs que alcançaram pontuações iguais no Vg, o valor didático foi utilizado como critério de desempate na determinação das posições da classificação numérica (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação do valor patrimonial global, 2022.

Local de interesse geomorfológico	Valor patrimonial global (Vg)	Classificação numérica do Vg
Alto de Santa Rita*	223 (alto)	13º
Cachoeira Paracupeba	266 (alto)	6º
Sítio Frade*	240 (alto)	9º
Serra da Barreira	203 (alto)	15º
Pedra Aguda*	271 (alto)	5º
Monte Cruzeiro dos Jesuítas*	230 (alto)	10º
Rio Aracoíaba	283 (alto)	3º
Cachoeira São Paulo*	246 (alto)	8º
Mirante de Areias*	280 (alto)	4º
Cachoeira Redonda	185 (médio)	17º
Estrada do Camará*	290 (alto)	2º
Chapada do Lameirão*	226 (alto)	12º
Pico do Mussum	201 (alto)	16º
Pedra do Boné	230 (alto)	11º
Pedra do Bacamarte*	223 (alto)	14º
Mirante da Pendanga*	260 (alto)	7º
Pico Alto*	326 (muito alto)	1º

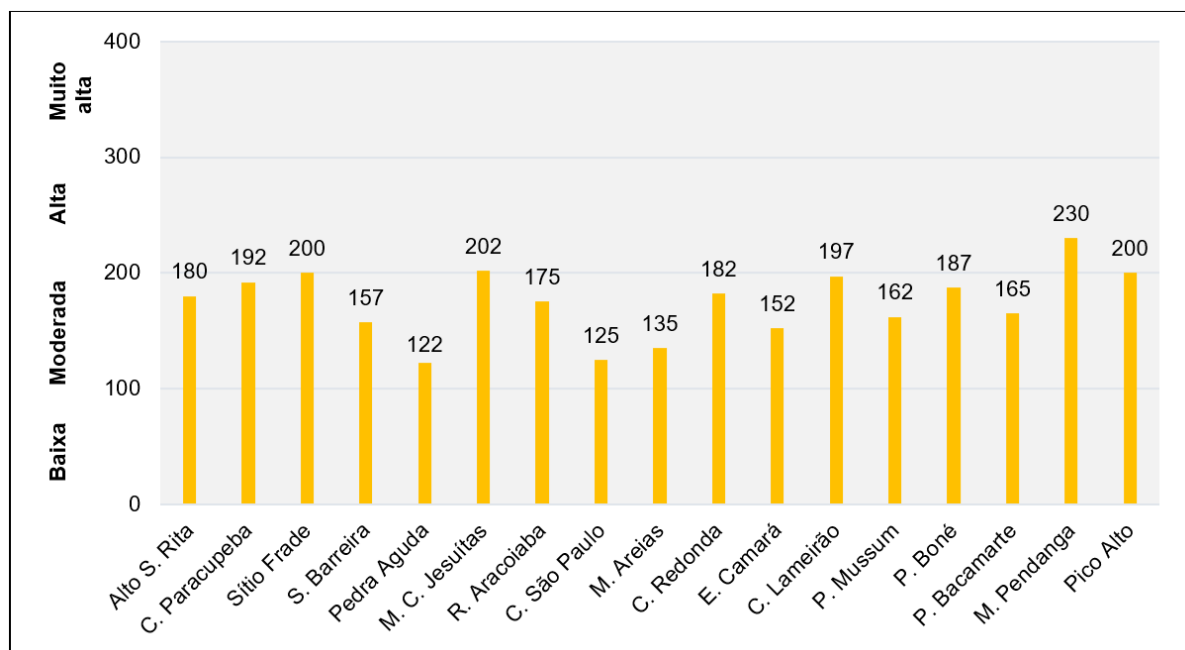
* Locais de interesse geomorfológico indicados por especialistas. Elaboração: Os autores, 2022.

Em todos os valores avaliados, nenhum LIG se classificou com valor baixo (pontuações ≤ 100). Esse fato pode estar relacionado à seleção feita na fase de inventário, por meio de critérios qualitativos, que excluiu previamente os locais em que as condições de conservação, acesso e segurança eram extremamente desfavoráveis.

Na avaliação da susceptibilidade à degradação (SD), calculada a partir da valoração da vulnerabilidade natural e da vulnerabilidade antrópica, as pontuações obtidas pelos LIGs variaram entre 122 (moderada) e 230 (alta), conforme descritas na Figura 10 e no Quadro 4.

Os LIGs Mirante da Pendanga e Monte Cruzeiro dos Jesuítas apresentaram SD alta, com 230 e 202 pontos, respectivamente. Em ambos, a proximidade com estradas (asfaltadas ou não), bem como a facilidade e a falta de controle de acesso, contribuíram para notas máximas nos parâmetros Proximidade a atividades/infraestruturas antrópicas, Proteção física ou indireta e Titularidade do solo e regime de acesso. Os demais LIGs se classificaram com SD moderada. Dentre eles, destacam-se, ambos com 200 pontos: o LIG Sítio Frade, cuja nota foi impulsionada, sobretudo, pela atividade de mineração; e o LIG Pico Alto, devido à facilidade de acesso e à presença de infraestruturas antrópicas (estrada e antenas).

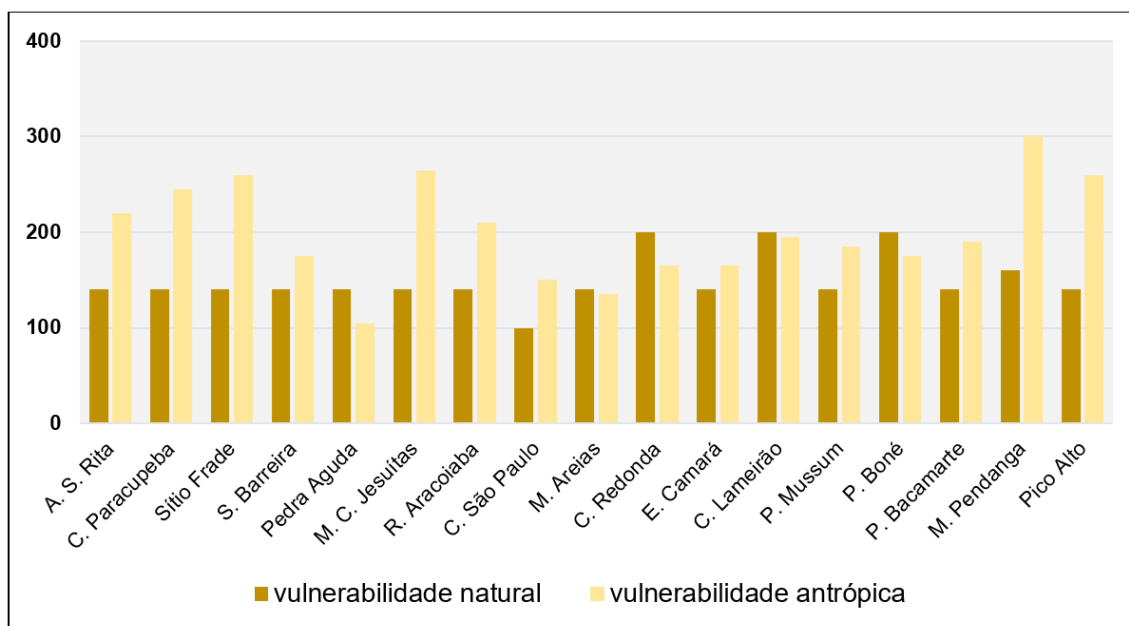
Figura 10 - Resultado da avaliação quantitativa da susceptibilidade à degradação.



Elaboração - Os autores, 2022.

As vulnerabilidades antrópicas tiveram maior peso no resultado final de 12 LIGs (Figura 11), inclusive aqueles inseridos (no todo ou em parte) na APA da Serra de Baturité (Rio Aracoiaba, Mirante de Areias, Estrada do Camará, Chapada do Lameirão, Pico do Mussum, Mirante da Pendanga e Pico Alto), unidade de conservação que abrange o maciço a partir da cota 600m. Em campo, no que se refere às atividades turísticas/recreativas, foi observado que os locais sem visitação, os locais cujo acesso é comumente feito por meio de guias turísticos e alguns LIGs localizados em propriedades privadas, com acesso rigorosamente controlado, são os locais com melhor estado de conservação. Por outro lado, os LIGs inseridos no circuito do turismo regional, com controle de acesso precário ou sem controle, são aqueles onde foram observadas degradação e descaracterização das feições morfológicas, notadamente por vandalismo (pichações e grafites), instalação de infraestruturas físicas e acúmulo de resíduos sólidos.

Figura 11 - Resultado da quantificação das vulnerabilidades, 2022.



Elaboração - Os autores, 2022.

A última etapa da avaliação quantitativa revelou as prioridades de proteção (PP) dos LIGs, cujos resultados são decorrentes da combinação das pontuações obtidas nos valores avaliados (Vc, Vd, Vt e Vg) com as pontuações da susceptibilidade à degradação (Quadro 4).

Quadro 4 - Resultado da avaliação quantitativa das prioridades de proteção, 2022.

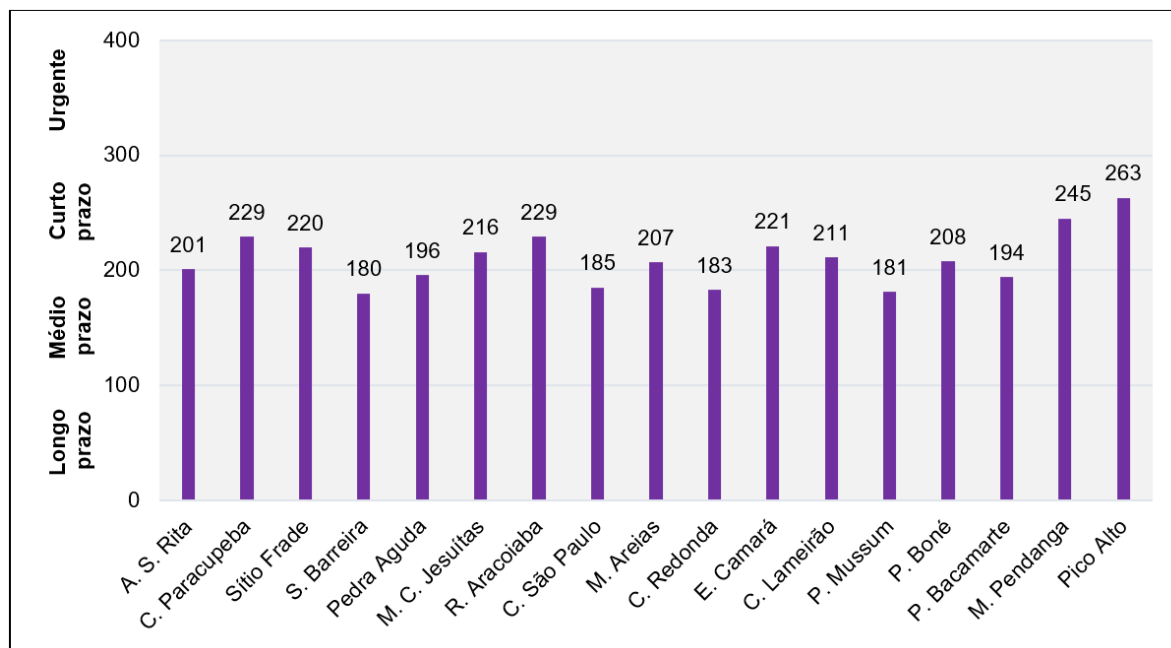
Local de interesse geomorfológico	Prioridade de proteção científica	Prioridade de proteção didática	Prioridade de proteção turística/recreativa	Prioridade de proteção global (PP)	Classificação numérica da PP
Alto de Santa Rita	curto prazo	curto prazo	médio prazo	curto prazo	11º
Cachoeira Paracupeba	curto prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	4º
Sítio Frade	curto prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	6º
Serra da Barreira	médio prazo	médio prazo	médio prazo	médio prazo	17º
Pedra Aguda	curto prazo	médio prazo	médio prazo	médio prazo	12º
Monte Cruzeiro dos Jesuítas	médio prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	7º
Rio Aracoiaba	curto prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	3º
Cachoeira São Paulo	médio prazo	médio prazo	curto prazo	médio prazo	14º
Mirante de Areias	médio prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	10º
Cachoeira Redonda	médio prazo	médio prazo	curto prazo	médio prazo	15º
Estrada do Camará	curto prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	5º
Chapada do Lameirão	médio prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	8º
Pico do Mussum	médio prazo	curto prazo	médio prazo	médio prazo	16º
Pedra do Boné	curto prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	9º
Pedra do Bacamarte	médio prazo	médio prazo	curto prazo	médio prazo	13º
Mirante da Pendanga	médio prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	2º
Pico Alto	curto prazo	curto prazo	curto prazo	curto prazo	1º

Elaboração - Os autores, 2022.

No cálculo da PP global, 11 LIGs, com notas entre 201 e 263, classificaram-se com PP alta, que aponta a necessidade de proteção em curto prazo (Figura 12). O LIG Pico Alto aparece em primeiro lugar na classificação numérica da PP, devido às notas 326 para o valor patrimonial global (muito alto) e 200 para a susceptibilidade à degradação (moderada). Com exceção do LIG Cachoeira Redonda, todos os demais LIGs obtiveram valor patrimonial global alto, impulsionando os resultados obtidos no cálculo da

PP. Os demais LIGs apresentaram PP média, com pontuações variando entre 180 e 194, necessitando de proteção em médio pr.

Figura 12 - Resultado da avaliação quantitativa da prioridade de proteção global.



Elaboração - Os autores, 2022.

A avaliação quantitativa realizada nos locais de interesse geomorfológico do Maciço de Baturité reflete as condições atuais, dentro dos parâmetros estabelecidos, sendo que novas avaliações devem ser feitas periodicamente, tendo em vista que alguns parâmetros podem apresentar cenários mais ou menos favoráveis ao longo do tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os diversos caminhos que a pesquisa geográfica pode percorrer para contribuir para o conhecimento do meio físico, os procedimentos metodológicos desenvolvidos no âmbito da geoconservação, em especial os inventários e as avaliações quantitativas, vêm se consolidando como ferramentas fundamentais para identificar elementos do patrimônio natural abiótico prioritários para a conservação e/ou preservação.

Este trabalho teve o intuito de contribuir para os estudos acerca do contexto geomorfológico da região do Maciço de Baturité. Os resultados demonstraram que as potencialidades naturais deste maciço residual cearense – considerado um brejo de altitude – estão para além das temperaturas amenas e da exuberância de suas matas úmidas. Os locais de interesse geomorfológico inventariados revelam peculiaridades histórico/culturais relacionadas à forte relação da população local com esses relevos. O reconhecimento e a valorização dessas relações fortalecem a identidade cultural dos habitantes, colabora com práticas de educação e conservação ambiental, bem como incrementa ações de fomento ao turismo em âmbito local.

Desta forma, esperamos que os resultados aqui apresentados possam auxiliar na elaboração de ações específicas voltadas para o perfil de cada local, tanto em iniciativas públicas, na proposição de medidas conservacionistas para a região, quanto em âmbito privado, sobretudo nos locais com intenso fluxo turístico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de doutorado concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

BASTOS, F. H. **Movimentos de massa no Maciço de Baturité (CE) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental**. 2012. 258f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.

_____; CORDEIRO, A. M. N. Propriedades geomorfológicas das rochas e suas repercussões no relevo do Nordeste setentrional do Brasil. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 1-33, 2021. Disponível em: <<https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/135>>. Acesso em: 17 ago. 2021. <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v2n1.2021.135>

BATISTA, C. T. **Geoprocessamento aplicado ao mapeamento geotécnico em escala regional: o caso da Serra de Baturité, CE**. 2014, 217f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15704>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

BESSA, M. D. M.R. **Caracterização petrológica e química do Complexo Pedra Aguda, CE – Brasil**. 144f. 2000. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

BÉTARD, F. **Montagnes humides au coeur du nordeste brésilien semi-aride: le cas du massif de Baturité (Ceará)**. 2007. 442f. Tese (Doutorado em Geografia) – Université de Paris IV-Sorbonne, Paris, 2007. <https://doi.org/10.4000/norois.1479>

_____. Evolução morfoestrutural e morfopedológica do Maciço de Baturité e de seu *piemont*: do cretáceo ao presente. In: BASTOS, Frederico de Holanda (Org.). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2011. cap. 2, p. 35-59.

BRILHA, José. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005. 181p.

BRUSCHI, V. M.; CENDRERO, A. Geosite evaluation; Can we measure intangible values? **Italian Journal of Quaternary Sciences**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 293-306, 2005.

CEARÁ. Lei Complementar Nº 154, de 20 de outubro de 2015. Define as regiões do estado do Ceará e suas composições de municípios para fins de planejamento. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 22 de outubro de 2015, série 3, ano VII, n. 198, caderno 1/3, p. 1.

CLAUDINO-SALES, V.; PEULVAST, J. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 7, n. 20, p. 1-21, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15469>>. Acesso em: 07 jul. 2021. <https://doi.org/10.14393/RCG82015469>

FREIRE, D.; FRANÇA, L.; FERNANDES, M.; ARAÚJO, V.; UBIRAJARA FILHO. **Mulungu: cidade da gente**. Coleção Estudos Regionais. Ensino Fundamental. Fortaleza: Editora Didáticos, 2018. 180p.

FUERTEZ-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites inventory in the Leon Provice (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental mangement. **Geoheritage**, [S.l.], n. 2, p. 57-75, 2010. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0012-y>

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **A zona costeira do Estado do Ceará: compartimentação geoambiental e antropismo**. Fortaleza: FUNCEME, 2009. 77p.

GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA URQUÍ, L. **Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)**. Versión 2009. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2009.

_____; CARCAVILLA, L.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; VEGAS, J. **Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)**. Versión 5/12/2014. Actualización 19/07/2018. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. 2018. 61p. Disponível em: <<https://www.igme.es/patrimonio/descargas.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2022.

_____; FERRERO, A. C. El inventario español de lugares de interés geológico (IELIG): metodología y reflexiones para su futura actualización. **De Re Metallica**, Madrid, n. 36, p. 53-68, 2021. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8281873>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

- GRAY, Murray. Geodiversity: developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**, [S.l.], v. 199, p. 287-298, 2008. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(08\)80307-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(08)80307-0)
- HENRIQUES, M. H.; PENA DOS REIS, R.; BRILHA, J.; MOTA, T. Geoconservation as an emerging geoscience. **Geoheritage**, [S.l.], v. 3, p. 117-128, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12371-011-0039-8>
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS; UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ. **Planejamento biorregional do Maciço de Baturité (CE)**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002. 177p.
- MAIA, R. P.; BEZERRA, H. H. R. Condicionamento estrutural do relevo do Nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014. <https://doi.org/10.4215/RM2014.1301.0010>
- PEREIRA, A. R. Patrimônio geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. **Finisterra**, Lisboa, ano 30, v. 59-60, 1995, p. 7-25. <https://doi.org/10.18055/Finis1813>
- PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação**. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006. 370 f. Tese (Doutoramento em Ciências) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Portugal, 2006.
- PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO TURISMO. **Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável: Polo Maciço de Baturité**. Tomo I. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2014. 306p.
- PINÉO, T. R. G. (Org.). **Geologia e recursos minerais da Folha Baturité – SB.24-X-A-I**: estado do Ceará. Escala 1:100.000. Fortaleza: CPRM, 2017. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/19024>>. Acesso em: 7 maio 2021.
- _____; ZWIRTES, S. Programa Geologia do Brasil. **Folha Baturité – SB.24-X-A-I**. Estado do Ceará. Carta Geológica. Escala 1:100.000. Fortaleza: CPRM, 2013.
- _____; PALHETA, E. S. M.; COSTA, F. G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. **Mapa geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000. Fortaleza: CPRM, 2020. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20418>>. Acesso em: 16 maio 2021.
- REYNARD, E. Geomorphosites: definitions and characteristics. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Eds.). **Geomorphosites**, Munich, p. 9-20, 2009.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Tasmania: Tasmanian Parks & Wildlife Service, version 3, 2002. 81 p.
- SILVA NETO, J. A. **Dinâmica hidroclimática e tipos de clima da Serra de Baturité (CE)**. 2020. 214f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.
- SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 1, p. 73-91, 1988.
- _____; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semiárido do nordeste brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, ano 5, n. 9, p. 86-102, 2006.

Recebido em: 31/03/2022

Aceito para publicação em: 30/05/2022