

GEODIVERSIDADE NO INSELBERG PEDRA LISA, INDEPENDÊNCIA – CE

GEODIVERSITY AT INSELBERG PEDRA LISA, INDEPENDÊNCIA – CE

GEODIVERSIDAD EN INSELBERG PEDRA LISA, INDEPENDÊNCIA - CE

THAIS MENEZES LOPES ¹
ALISSON MEDEIROS DE OLIVEIRA ²

¹ Geografia pelo IFCE Campus Crateús.

E-mail: thaislopismenezes@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2324-8888>

² Docente do curso de Licenciatura em Geografia do

Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Crateús.

E-mail: alisson.medeiros@ifce.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8167-2279>

RESUMO

Atualmente, no âmbito da ciência geográfica, diversos conceitos auxiliam na compreensão de elementos da paisagem, tais como geodiversidade e geoconservação, por esse motivo, faz-se necessário conservar e valorizar as estruturas geológicas e geomorfológicas. Neste contexto, considerando o inselberg Pedra Lisa, localizado no município de Independência - CE, possuidor de um potencial educativo, científico e turístico atrelado aos pressupostos supracitados, manifesta-se o questionamento que norteou a pesquisa: O inselberg Pedra Lisa pode ser considerado um geossítio? Dessa forma, a pesquisa em questão objetivou investigar o inselberg Pedra Lisa (Independência - CE) enquanto um possível geossítio. Como objetivos específicos, pretendeu-se caracterizar o inselberg do ponto de vista geológico e geomorfológico; assim como identificar o potencial científico e geoe educacional. Como metodologia, foram utilizados os seguintes procedimentos: Revisão das cartas geológicas fornecidas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e na Folha de Geodiversidade do Estado do Ceará, adjunto do Manual Técnico de Geomorfologia. Adjunto disso, um arcabouço teórico-metodológico, partindo de análises bibliográficas acerca de paisagem, relevo, geomorfologia granítica, geopatrimônio e geoconservação, processamento e geração de produtos cartográficos para a descrição e análises morfométricas – padrão direcional de lineamentos, pesquisa em campo e inventário dos elementos basilares para identificar um geossítio, pela plataforma GEOSSIT. Como resultados, é notório que Pedra Lisa é um Geossítio de relevância nacional, podendo ser enquadrado como um elemento da geodiversidade. Os potenciais científicos e educacionais despontam mediante características geomorfológicas que possibilitam o ensino geográfico nas suas mais diversas dimensões e como resultado a produção de artigos, estudos aprofundados e ascensão local perante demais pesquisas de relevos graníticos do Nordeste.

Palavras-chave: Geossítio. Inselberg Pedra Lisa. Geomorfologia granítica.

ABSTRACT

Currently, within the scope of geographic science, several concepts help in understanding landscape elements, such as geodiversity and geoconservation, for this reason, it is necessary to conserve and value geological and geomorphological structures. In this context, considering the Pedra Lisa inselberg, located in the municipality of Independência - CE, which has educational, scientific and tourist potential linked to the aforementioned assumptions, the question that guided the research is expressed: The Pedra Lisa inselberg can be considered a geosite? Therefore, the research in question aimed to investigate the Pedra Lisa inselberg (Independência - CE) as a possible geosite. As specific objectives, we intended to characterize the inselberg from a geological and geomorphological point of view; as well as identifying the scientific and geoe educational potential. As a methodology, the following procedures were used: Review of the geological maps provided by the Geological Survey of Brazil (CPRM) and the Geodiversity Sheet of the State of Ceará, attached to the Technical Manual of Geomorphology. Added to this, a theoretical-methodological framework, based on bibliographical analyzes about landscape, relief, granite geomorphology, geodiversity, geoheritage and geoconservation, processing and generation of cartographic products for the description and morphometric analyzes - directional pattern of lineaments, field research and inventory of the basic elements to identify a geosite, using the GEOSSIT platform. As a result, it is clear that Pedra Lisa is a Geosite of national relevance, and can be classified as an element of geodiversity. The scientific and educational potential emerges through geomorphological characteristics that enable geographic teaching in its most diverse dimensions and as a result the production of articles, in-depth studies and local rise compared to other research on granite reliefs in the Northeast.

Palavras-chave: Geosite. Inselberg Smooth Stone. Granitic geomorphology.

RESUMEN

Actualmente, dentro del ámbito de las ciencias geográficas, varios conceptos ayudan a comprender los elementos del paisaje, como lo son la geodiversidad y la geoconservación, por tal motivo, es necesario conservar y valorar las estructuras geológicas

y geomorfológicas. En este contexto, considerando el inselberg de Pedra Lisa, ubicado en el municipio de Independência - CE, que tiene potencial educativo, científico y turístico vinculado a los supuestos antes mencionados, se expresa la pregunta que guió la investigación: El inselberg de Pedra Lisa puede ser considerado un geosítio? Por lo tanto, la investigación en cuestión tuvo como objetivo investigar el inselberg de Pedra Lisa (Independência - CE) como un posible geosítio. Como objetivos específicos nos propusimos caracterizar el inselberg desde el punto de vista geológico y geomorfológico; así como identificar el potencial científico y geoes educativo. Como metodología se utilizaron los siguientes procedimientos: Revisión de los mapas geológicos proporcionados por el Servicio Geológico de Brasil (CPRM) y la Ficha de Geodiversidad del Estado de Ceará, adjunta al Manual Técnico de Geomorfología. Sumado a esto, un marco teórico-metodológico, basado en análisis bibliográficos sobre paisaje, relieve, geomorfología granítica, geodiversidad, geopatrimonio y geoconservación, procesamiento y generación de productos cartográficos para la descripción y análisis morfométricos - patrón direccional de lineamientos, investigación de campo e inventario, de los elementos básicos para identificar un geosítio, utilizando la plataforma GEOSIT. Como resultado, queda claro que Pedra Lisa es un Geosítio de relevancia nacional y puede clasificarse como un elemento de geodiversidad. El potencial científico y educativo emerge a través de características geomorfológicas que posibilitan la enseñanza geográfica en sus más diversas dimensiones y como resultado la producción de artículos, estudios de profundidad y ascenso local frente a otras investigaciones sobre relieves graníticos en el Nordeste.

Palavras-chave: Geosítio. Pedra Lisa Inselberg. Geomorfología granítica.

INTRODUÇÃO

Atualmente, no âmbito da ciência geográfica, diversos conceitos auxiliam na compreensão de elementos da paisagem, tais como geodiversidade e geoconservação, sendo o primeiro uma “diversidade geológica e geomorfológica” (GRAY, 2004; 2008 apud BORBA, 2011), enquanto o segundo se refere à “conservação e gestão do patrimônio geológico” (BRILHA, 2006). Por esse motivo, faz-se necessário conservar e valorizar as estruturas geológicas e geomorfológicas, “visto que a compreensão das formas de relevo é de extrema importância para o planejamento e para o ordenamento territorial” (CLAUDINO-SALES, 2018).

Do mesmo modo, despontam formas de relevo e afloramentos rochosos que através de suas dinâmicas próprias, com possibilidade de interferências internas e externas, viabilizam um bem-estar humano. Estes são chamados de geossítios, que “são feições geológicas que podem revelar uma sequência de acontecimentos precursores na formação do espaço habitado e sobre o qual se desenvolve a sociedade” (BOTELHO, LEITE, EMYGDIO, 2017). Então, vale ressaltar que os pressupostos já citados necessitam do intermédio da geoeducação, que tem por base a educação ambiental, poderá proporcionar a formação nos mais diversos níveis de ensino (MOURA-FÉ, NASCIMENTO, SOARES, 2018), do entendimento para a população que as feições geológicas devem ser conservadas, tendo em vista sua relação direta com a evolução histórico-geográfica de determinadas regiões.

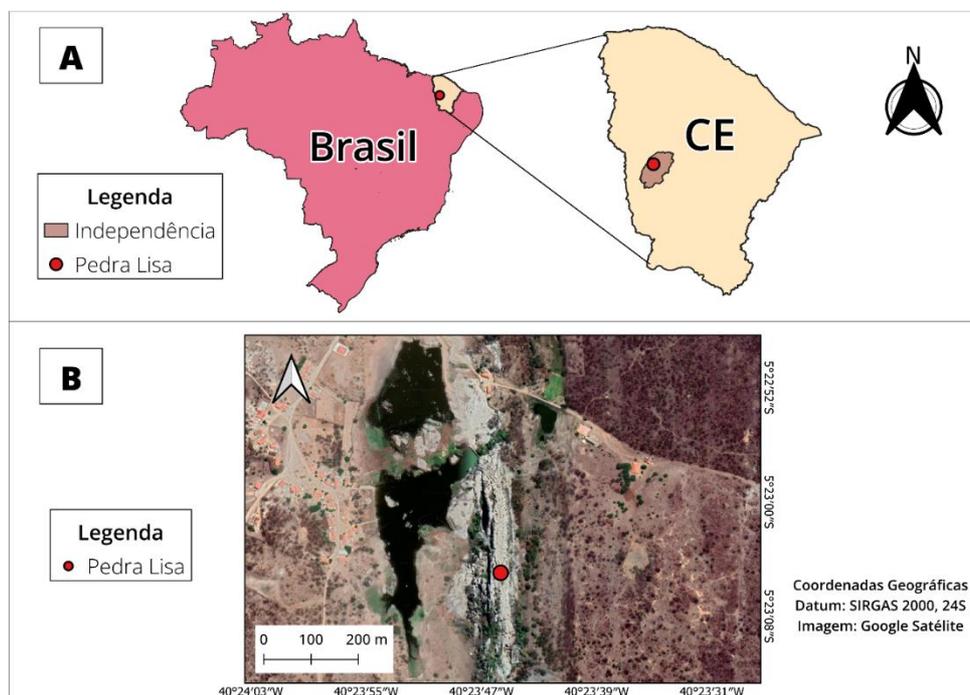
Neste contexto, considerando o inselberg Pedra Lisa, localizado no município de Independência - CE, possuidor de um potencial educativo, científico e turístico atrelado aos pressupostos supracitados, manifesta-se o questionamento que norteou a pesquisa: O inselberg Pedra Lisa pode ser considerado um geossítio? Dessa forma, a pesquisa em questão objetivou investigar o inselberg Pedra Lisa (Independência - CE) enquanto um possível geossítio. Como objetivos específicos, pretendeu-se caracterizar o inselberg do ponto de vista geológico e geomorfológico; assim como identificar o potencial científico e geoes educacional.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O inselberg Pedra Lisa está localizado no município de Independência (Figura 1), no estado do Ceará, na Região Geográfica Imediata de Crateús (nas coordenadas geográficas de latitude -5.379480772391993 e longitude -40.39901111697268). O município de Independência (no qual o inselberg está inserido) apresenta clima Tropical Quente Semiárido, com pluviosidade média de 608 milímetros, com ocorrência de período chuvoso nos meses de janeiro a abril (IPECE, 2005). Em seus componentes ambientais, têm-se relevo com

características de depressões sertanejas e maciços residuais (IPECE, 2005). A vegetação é composta por caatinga arbustiva aberta e floresta caducifolia espinhosa (IPECE, 2005).

Figura 1 – Localização do inselberg Pedra Lisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Depreende-se que a Orogênese brasileira, ocorrida na Era Neoproterozóica, teve papel primordial na formação dos corpos granitóides do Nordeste setentrional, bem como em uma diversidade litológica, desde a textura, às dimensões dos cristais (CORDEIRO *et. al*, 2023). Dessa forma, foram originadas suítes intrusivas (MAIA, BÉTARD, BEZERRA, 2016), que foram intrudidas na crosta (LIMA *et. al*, 2019). Isto posto, a constituição dos atuais relevos graníticos também possui influência das intensas ações erosivas que contribuíram para a exumação dos afloramentos rochosos e consequentes fraturas, contribuindo para a ocorrência de drenagens (OLIVEIRA, MEDEIROS, BATISTA, 2020).

À vista disso, as ações intempéricas que atuam sobre o substrato rochoso impactam diretamente na topografia do relevo a depender do agrupamento mineralógico que define a resistência das mesmas (MAIA, BÉTARD, BEZERRA, 2016). Logo, “os modelados graníticos, estão fortemente associados aos processos decorrentes de erosão diferencial que influenciam direta e indiretamente na distinção de suas litologias” (MAIA *et al.*, 2018), onde geralmente os granitos mais resistentes tendem a permanecer na paisagem na forma de sobressaltos topográfico, enquanto os menos são dissecados e aplainados, compondo terrenos mais rebaixados se constituindo, geralmente, nas formas de relevo da superfície sertaneja.

Ademais, a teoria da Etchplanação ou duplo aplainamento (BÜDEL, 1957), é primordial para o entendimento da gênese dos inselbergs, na qual pressupõe uma correlação entre processos morfogenéticos e pedogenéticos para compreender de forma ampla a dinâmica do relevo, onde surge a ascensão dos mantos de intemperismo, que anteriormente recobriam as formas graníticas, mas a partir das condições topográficas associadas às hidrológicas houve um desgaste da superfície gerando a exposição desses modelados graníticos (BASTOS *et al.*, 2021). Portanto, os paleoclimas úmidos condicionaram através dos planos de foliação (MAIA *et. al*, 2018) o contato direto do afloramento rochoso com a água que provocou gradativamente a decomposição química dos minerais que moldaram o subsolo, sendo este o primeiro

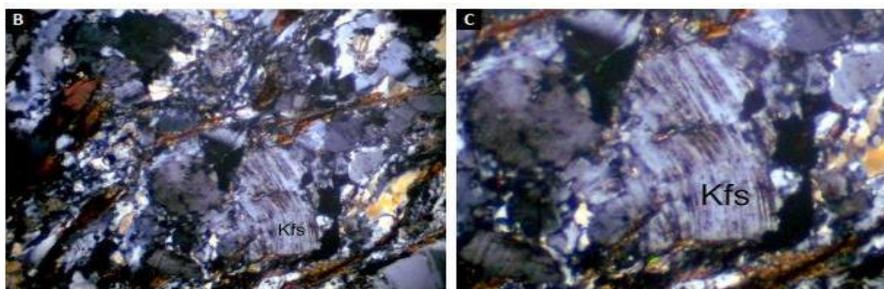
aplainamento. Posteriormente, o segundo ocorre devido a transição do clima úmido para o árido/semiárido, onde os processos erosivos (dissecação) excedem os pedogenéticos, exumando a base do regolito (CORDEIRO *et. al.*, 2023).

Desse modo, manifestam-se as macroformas graníticas que compreendem feições residuais, ou seja, os maciços, lajedos, inselbergs e bornhardts, nas quais se estendem ao longo de boa parte da chamada depressão sertaneja, em diferentes proporções. Em contraposição, as microformas não possuem continuidade com seu modelado de origem, pois a presença de fraturas viabiliza uma ruptura e desprendimento, sendo intensificado pelo intemperismo e dando fisionomia aos chamados relevos saprolíticos (BASTOS *et al.*, 2021).

À vista disso, o Domínio Ceará Central (DCC) ao qual pode ser definido como uma unidade geotectônica que compõe a faixa norte da província Borborema, sendo fundida à porção oeste do Gondwana e dispõe de rochas oriundas do núcleo arqueano (MOURA, GARCIA, BRILHA, 2018). Tal domínio compreende a área composta pela Folha Independência, onde suas zonas de cisalhamento são Sobral - Pedro II e Senador Pompeu. Isto posto, a Folha está inserida nos terrenos paleoproterozóicos que compreendem os terrenos tipo TTG e granito-gnaisses; bem como, no neoproterozóico com o complexo Tamboril-Santa Quitéria (CTSQ) e Granitos brasileiros (FORGIARINI, 2021), suscedendo a ocorrência do granitoide Pedra Lisa com um determinado grupo atingindo uma média de 587 ± 7 Ma e a idade da rocha do plúton de 560 a 617 Ma (Ávila *et. al.*, 2019).

O granitoide Pedra Lisa possui em sua constituição granodioritos, granitos, proto a milonitizados. Portanto, os minerais (Figura 2) que o constituem são: Biotita (Bt), quartzo (Qtz), plagioclásio (Pl) e porfiroclasto de K-feldspato (Kfs) (Figura 2c), possuindo maclas deformadas e de constante recristalização à níveis de subgrãos (FORGIARINI, 2021). Os cristais de K-feldspato possuem fraturas microscópicas que são cercadas por uma matriz fanerítica (CORDEIRO *et. al.*, 2023), além disso, a presença de biotita revela a existência de fragmentos de rochas encaixantes. “O elevado grau de solubilidade do feldspato e da biotita viabiliza a desagregação granular físico-químico” (CORDEIRO *et. al.*, 2023).

Figura 2 - Minerais do granitoide Pedra Lisa.



Fonte: Geologia e recursos minerais folha Independência - SB. 24-V-D-I (FORGIARINI, 2021).

Por conseguinte, o granitoide Pedra Lisa tem sua estruturação associada à zona de cisalhamento Tauá (FORGIARINI, 2021) que possibilita o alinhamento dos cristais em uma escala padrão NE-W (Figura 3), sendo percebido em campo.

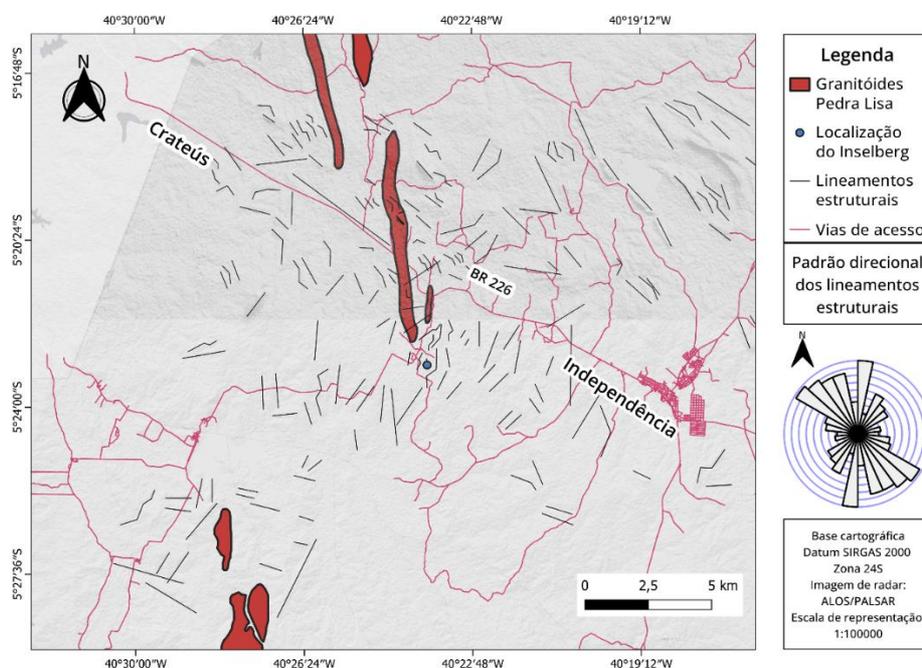
Figura 3 - Sentido dos cristais de Pedra Lisa.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Os padrões de lineamento do inselberg Pedra Lisa (Figura 4) estão primordialmente compostos pelo direcionamento norte-sul e noroeste-sudeste, seguindo a distribuição dos granitóides Pedra Lisa, assim sua morfogênese é influenciada pelos padrões de lineamento.

Figura 4 – Padrões de lineamento Pedra Lisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

METODOLOGIA

Este trabalho foi estruturado, a priori, mediante um arcabouço teórico-metodológico, partindo de análises bibliográficas acerca de paisagem, relevo, geomorfologia granítica, geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação. Além disso, foi imprescindível, o estudo da gênese e evolução dos modelados graníticos, principalmente no que diz respeito à teoria da etchplanação (BÜDEL, 1957) e da erosão diferencial para melhor compreender o surgimento do inselberg Pedra Lisa e seu embasamento rochoso.

Posteriormente, foram revisadas as cartas geológicas fornecidas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), mais precisamente, na Folha Geológica de Independência (SB.24-V-D-I) com escala de 1:100.000 (CPRM, 2011) e na Folha de Geodiversidade do Estado do Ceará de 1:1.000.000 (CPRM, 2011), adjunto do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), sendo possível identificar os lineamentos e as fraturas que dissecam o relevo.

As imagens de satélite utilizadas para aquisição dos dados altimétricos, imagens do radar ALOS/sensor Palsar, com resolução espacial de 12,5 metros (cena ALPSRP270877070, data: 24/02/2011, órbita absoluta: 27087, ângulo: 34,3°. As cenas foram obtidas gratuitamente no ASF - Alaska Satellite Facility – disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>). Na etapa seguinte, houve o processamento e geração de produtos cartográficos para a descrição e análises morfométricas – padrão direcional de lineamentos (filtros com azimutes 0°, 45°, 90° e 315°), extração e padrão direcional da drenagem; hipsometria, declividade e geração de curvas equidistantes em 15 metros – com base nas imagens do radar ALOS/sensor Palsar.

Dessa forma, a análise, o processamento digital e tratamento adequado dos dados supracitados foram realizados no software *QGIS* 3.30.0. Sendo georreferenciados em Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), na zona 24 Sul e no sistema de referências SIRGAS 2000.

Isto posto, fez-se necessária também o inventário dos elementos basilares para identificar um geossítio, a plataforma GEOSSIT foi a escolhida tendo em vista seu domínio ser público, sendo desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), viabilizando o cadastro e a quantificação de geossítios e sítios da geodiversidade. De acordo com o GEOSSIT, sua metodologia original é baseada em BRILHA (2005), GARCIA-CORTÉS & URQUÍ (2009), com valores atribuídos para os respectivos critérios: Valor Científico (VC), Risco de Degradação (RD), Valor Educativo (VE) e Turístico (VT) que o geossítio apresentar (ROMÃO; GARCIA, 2021).

A elaboração da ficha de campo foi imprescindível para a aplicação na área de estudo, sendo levadas duas cópias: uma para a superfície erosiva sertaneja e outra para o inselberg, com o intuito de identificar pormenorizadamente as macro e microformas graníticas. Durante a visita (que ocorreu no dia 21 de abril de 2023), foram visitados dois pontos: Ponto 01: Lajedo Pedra Lisa; e Ponto 02: Inselberg Pedra Lisa. Em seguida, para detectar as coordenadas do objeto de estudo, foi utilizado o aplicativo *UTM GEO MAP* (Link do aplicativo: <http://www.yogantara.com/index.html>) que funciona como um GPS, sendo assim, está situado nas coordenadas: UTM 24S 345258.341E 9404973.27N, latitude -5.38 e longitude -40.39, em uma altitude de 320,67 metros.

Além disso, durante a execução do campo para a obtenção das imagens aéreas do modelado granítico, foi manuseado um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) do modelo Cflay faith 2 plus, fabricação do ano de 2020, motor bransh. A câmera do equipamento possui resolução de 4k pixels que registra imagens em tamanho 4832 x 2718, atingindo em seu voo uma altura de 80m.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dessa forma, foi realizada uma pesquisa de campo, no município de Independência onde está localizado o inselberg Pedra Lisa, para melhor identificar as características deste corpo granítico. Ao adentrar o terreno, percebe-se nitidamente a presença de uma cerca (Figura 5) delimitando o local, como um indicativo de posse.

Figura 5 - Entrada de acesso ao Inselberg.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Como foi perceptível na visita, a propriedade onde estão o inselberg e o lajedo é privada, mesmo que o acesso seja livre, o proprietário de vez em quando vai ao local para verificar quem adentrou e algumas vezes perguntar quais são as intenções dos visitantes, como aconteceu conosco, ao questionar o porquê da utilização do drone e para que aquelas fotos e vídeos seriam utilizadas, chegando até mesmo a se incomodar com essa ação.

Portanto, é imprescindível a associação das unidades naturais que compõem a geodiversidade, aqui no caso o inselberg, com a comunidade do entorno para que não se perca a história, identidade e a cultura que perpassam as transformações locais (MOURA-FÉ et. al, 2022). Desde que a geoconservação esteja presente e seja ponto norteador para que essa relação aconteça de forma vindoura, garantindo para as gerações futuras sem restringir o acesso.

Ponto 01: Lajedo Pedra Lisa

Dentre as macroformas de relevo granítico, que manifestam a intensidade dos processos de etchplanação (CORDEIRO et. al, 2023), notou-se um lajedo (Figura 6a) que compreende superfície rochosa plana delimitada por encostas horizontalizadas (MAIA, NASCIMENTO, 2018), com incidências de cactáceas (*Pilosocereus gounellei* subsp. zehntneri (Britton & Rose)) restritas às fissuras dispostas no lajedo e destituído de cobertura vegetal relevante. Desse modo, tem-se também as microformas expressas através de *boulders* (Figura 6c) sob a água da barragem artificial (Figura 6b) (açude), construído ao lado do modelado granítico que no dia da pesquisa em campo estava cheio.

Figura 6 - Macro e microformas graníticas. A - Lajedo horizontalizado com presença de cactos, B - Barragem artificial (açude) às margens do Inselberg, C - Boulders sob a água do açude.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Nessa condição, os *boulders* têm sua ocorrência, habitualmente, atrelada aos relevos graníticos sendo alçados em subsuperfície mediante a remoção do regolito (*gru*) (BASTOS et al., 2021) no decorrer dos períodos de clima úmido. À vista disso, o material inconsolidado é retirado, dando espaço para que os blocos antes pertencentes ao interior do *gru*, os chamados *corestones*, sejam soerguidos e haja a exumação do saprólito (BASTOS et. al, 2021). Vale ressaltar que a distância entre as fraturas vai ser ponto primordial para a definição do tamanho e formato que os *boulders* terão (BASTOS et. al, 2021). Isto posto, como percebido durante o campo, os *boulders* (Figura 6c) estavam condicionados à atuação do intemperismo químico dado seu contato direto com a água do açude.

Outra microforma de dissolução encontrada no ponto 01 foram as *gnammas*, que evoluíram devido o intemperismo pretérito atrelado aos atuais que ocorrem na rocha, bem como, a formação a partir de intrusões máficas em rochas menos resistentes. Estando condicionadas à permeabilidade e concentração de umidade (CORDEIRO et. al, 2023) que viabilizam o processo de dissolução. É notório como essas cavidades marcam o modelado granítico em diâmetros desde decimétricos (Figura 7a) a dimensões quase que métricas (Figura 7b), constituídas em um afloramento inclinado de forma tênue (BASTOS et. al, 2021).

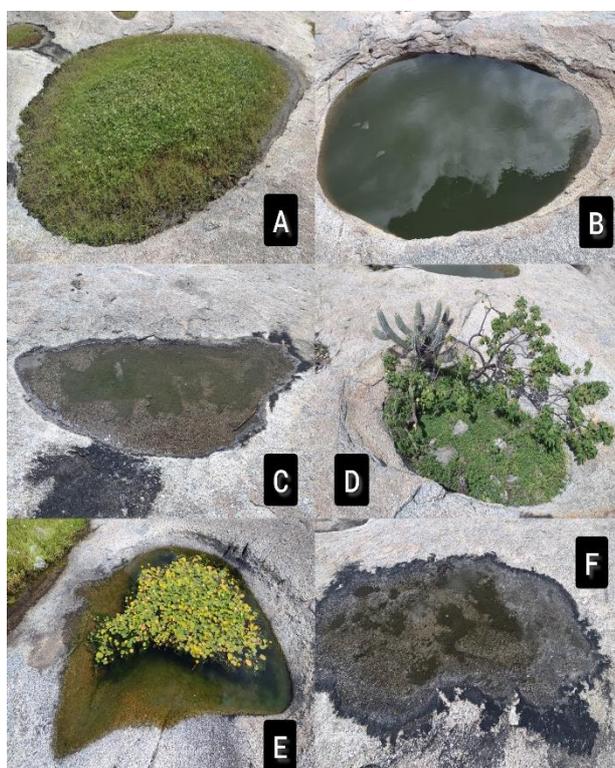
Figura 7 - Intercorrência de gnammas de diferentes formas e tamanhos. A - *Gnammas* no lajedo em frente ao inselberg, B - *Gnamma* de extensa dimensão contendo vegetação e água.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Assim, essas cavidades de tamanhos distintos (Figura 8), possuem formas de elipse (Figura 8a e 8c) que conservam sua configuração geométrica de acordo com os enclaves primários (MAIA, NASCIMENTO, 2018). Tem-se também, formato circular (Figura 8b e 8d) e côncavo (Figura 8e e 8f) denotando a exposição das margens do granitóides podendo se constituir enquanto *armchair* pit (LIMA et. al, 2019). O preenchimento das *gnammas* por água indica precipitação recente.

Figura 8 - *Gnammas* em formatos de elipse, circulares e côncavos.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Ponto 02 – Inselberg Pedra Lisa

O inselberg Pedra Lisa (Figura 9) é uma macroforma de relevo granítico, e possui aproximadamente 70 metros de altura, onde foram percebidos a olho nu, aspectos da presença de caatinga arbustiva ao seu redor. Ele integra o conjunto de relevos que são fundamentados no aplainamento das superfícies adjacentes, sendo a incidência de uma rocha ressaltada topograficamente proveniente de paleoclimas úmidos (LIMA et. al, 2019) com alternância de climas recentes áridos/semiáridos que acarretaram uma geodiversidade hoje existente.

Figura 9 - Visão panorâmica do inselberg Pedra Lisa.

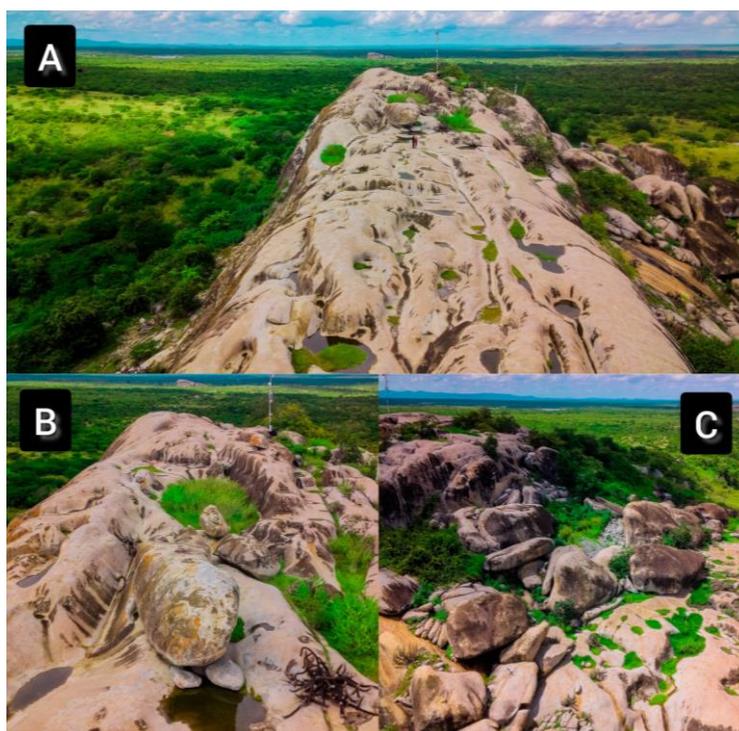


Fonte: Acervo dos autores (2023).

Em seguida, assim como no lajedo, sobre o inselberg Pedra Lisa contém microformas de relevo granítico. Desta vez distintos, pois tem-se *nubbins* (Figura 10b) que consistem em rochas seccionadas da matriz dispostas pelo ambiente através dos efeitos gravitacionais, portanto, bagunçadas (BASTOS et. al, 2021). Os *tors* (Figura 10c) resultantes do intemperismo diferencial (RODRIGUES, MAIA, GOMES, 2019) e manifestação subaérea por intermédio da erosão. Não obstante, as microformas de meteorização pelas caneluras/*karrens* (Figura 9 e 10a) expressas por sulcos verticalizados advindos de processos erosivos químicos, com possibilidade de aparecer nas escarpas dos inselbergues (MAIA, NASCIMENTO, 2018), sendo capaz de se configurarem em diversos tamanhos, curvas e ramificações transversais (BASTOS et. al, 2021).

As demais microformas que se apresentam além das *gnammas* (Figura 10a), são os *boulders* (Figura 10c) que em sua forte presença, transparecem mediante seus níveis de arredondamento o período que sofreram intemperismo (BASTOS et. al, 2021). É perceptível que os níveis intempéricos não foram elevados, visto que, os padrões de arredondamento se demonstram ínfimos e sem modificações intensas.

Figura 10 - Inselberg Pedra Lisa em visão aérea.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Assim sendo, vê-se a ocorrência também de *Split rock* (Figura 11b) que está exposto em decorrência da ruptura de um dos *boulders* a partir de fraturas até gerar a repartição em duas partes. Por fim, Pedra Lisa proporciona aos seus visitantes, além do potencial científico e educativo, uma beleza cênica (Figura 11c) inigualável tanto da vegetação quanto como da própria comunidade do entorno e até mesmo de um recorte de Independência. Um dos indicativos de sua riqueza particular que deve receber o devido reconhecimento e valorização perante a sociedade local.

Imagem 11 - Microformas de relevo granítico, de meteorização e paisagem panorâmica simbólica.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Isto posto, vê-se que o inselberg Pedra Lisa está passível à formulação de propostas geoeeducacionais (ex: painéis interpretativos, excursões, trilhas e percursos educativos, etc.) com a finalidade de valorização da geodiversidade local do município de Independência e inserção do mesmo nos ensinos básicos e superior, como aconteceu no dia 15 de junho de 2022 com uma turma do curso de Licenciatura em Geografia do IFCE campus Crateús (Figura 12). Portanto, é um pontapé inicial para divulgação científica, fomentando a promoção de publicações e aplicabilidade, tendo por resultado, a possibilidade de instruir profissionais para as geociências (MOURA, GARCIA, BRILHA, 2018). Da mesma forma que atrelado às práticas supracitadas, o potencial turístico, já utilizado pela população, seja articulado com ações sustentáveis viabilizando um caráter indisciplinar (BORBA, 2011).

Figura 12 - Aula de campo com uma turma do curso de Licenciatura em Geografia do IFCE campus Crateús realizada em Pedra Lisa.



Fonte: Nascimento (2022).

Lajedo e inselberg Pedra Lisa: um geossítio?

A classificação dos sítios geodiversos objetiva valorizar e preservar os mesmos, potencializando seus usos educativos, turísticos, culturais e científicos (MOURA, GARCIA, BRILHA, 2018), por isso, a plataforma *GEOSIT* estabelece critérios que recebem pesos distintos, dessa forma, o resultado obtido é simbólico sem levar em consideração os valores reais. Isto posto, por intermédio do critério “Representatividade” que o local em questão se demonstra enquanto um bom exemplo para associar elementos ou processos com a área temática, assim recebendo o valor 2. O “Local-tipo” que por definição da própria ferramenta é o local geográfico onde está situado uma unidade estratigráfica foi classificado como não se aplica e o valor deste foi zerado.

Já o “Conhecimento científico”, pelo lajedo e o inselberg até o momento não terem sido mapeados e tidos como objetos de pesquisa para posterior publicação de artigos, resumos, dentre outros em revistas, eventos, livros e relatórios científicos alcançou novamente o valor anterior (zero). Em “Integridade”, verificou-se que os principais elementos geológicos estão muito bem preservados atingindo 4, posteriormente, a “Diversidade geológica” validou a existência de 3 ou 4 tipologias distintas de aspectos geológicos com relevância científica, sendo assim recebeu o valor 2. O critério de “Raridade” definiu precisamente que Pedra Lisa é uma

ocorrência exclusiva deste tipo na área de estudo, portanto, obtém o valor máximo 4. Por fim, as “Limitações ao uso” asseguram a possibilidade da realização de amostragens ou estudos de campo após atravessar as limitações, repetindo o 2. Logo, o “Valor Científico” do lajedo e inselberg Pedra Lisa é de 210 (Quadro 1).

Quadro 1 – Critério “Valor Científico”.

Valor Científico		
Critério	Valor	Soma
Representatividade	2	210
Local-tipo	0	
Conhecimento científico	0	
Integridade	4	
Diversidade geológica	2	
Raridade	4	
Limitações ao uso	2	

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em seguida, o “Risco de Degradação” possui o critério de “Deterioração de elementos geológicos” que auferiu a probabilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários atingindo assim o valor 2. Na “Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação” verificou-se que o local de interesse está situado a menos de 100m de uma área/atividade com prováveis riscos de causar degradação, alcançando o máximo 4. Em seguida, o quesito “Proteção legal” evidencia que o objeto de estudo se localiza em uma área sem proteção legal, mas com controle de acesso obtendo 3. A “Acessibilidade” nota que a menos de 500m de Pedra Lisa tem-se uma estrada asfaltada atingindo novamente o valor do critério anterior. O último critério de degradação se refere à “Densidade populacional” que de acordo com o último censo, constatou-se que o município de Independência possui cerca de 100 a 250 habitantes por km², desse modo pontua com 2. Por motivos supracitados, para o critério de “Risco de Degradação” é concedido o nível médio com uma quantidade de 275 (Quadro 2).

Quadro 2 – Critério “Risco de Degradação”.

Risco de Degradação		
Critério	Valor	Soma
Deterioração de elementos geológicos	2	275
Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação	4	
Proteção legal	3	
Acessibilidade	3	
Densidade populacional	2	

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para finalizar a classificação, tem-se o “Potencial Valor Educativo e Turístico” com o critério de “Vulnerabilidade” evidenciando a possibilidade de deterioração de elementos

geológicos secundários por atividade antrópica que obtém 3. A avaliação do “Acesso rodoviário” se assemelha com o de “Acessibilidade” devido também detectar que o local de interesse está a menos de 500m de uma estrada asfaltada e recebe 3. A “Caracterização do acesso ao sítio” é designado devido a visita a campo que foi possível captar que o mesmo é acessado por estudantes e turistas, desde que atravessem certas limitações (autorizações, barreiras físicas, marés, inundações, etc.), aqui no caso, há a presença de uma cerca que recobre a entrada para o lajedo e inselberg. Dessa forma, o valor atingido nesse critério foi de 2.

Logo após, a “Segurança” demonstra que não há infraestrutura de segurança (vedações, escadas, corrimões, etc.) nem rede de comunicações móveis, estando a mais de 50km de distância de serviços de socorro, por isso o valor 1 é atribuído. Para a “Logística”, obteve-se 0 já que nenhuma das opções fornecidas de existência de restaurantes e alojamentos nas proximidades se aplica ao objeto de estudo. A “Densidade populacional” também repete a estimativa do critério de mesmo nome usado no “Risco de Degradação”, isto posto, a população da comunidade “Pedra Lisa” é menor que da sede de Independência que está em torno de 100 a 250 por km², portanto consegue valor 2. A seguir, a “Associação com outros valores” captou a presença de um valor ecológico ou cultural a menos de 20km do local de interesse, pontuando 1. Chegando em “Beleza cênica”, se considera que Pedra Lisa é ocasionalmente utilizado em campanhas turísticas locais com mostras dos aspectos geológicos, pois é tido como um ponto turístico para o município em questão e circunvizinhos, assim atingindo valor 1.

Sequencialmente, o critério “Singularidade” não se aplica visto que sua ocorrência não se estabelece enquanto aspectos únicos e raros no país, estado e região ou comuns nas várias regiões, assim recebeu o valor 0. Nas “Condições de observação” é assegurado que existem obstáculos que em certa medida tornam difícil visualizar alguns elementos geológicos, uma vez que na escarpa do inselberg, por exemplo, não se tem acesso, de tal modo que recebe o valor 3. Para o “Potencial didático” foi estabelecido que seus elementos geológicos podem ser estudados em todos os níveis de ensino, desde básico ao superior, ganhando 4. Na “Diversidade geológica” sucedem 3 ou 4 elementos de geodiversidade representados pelas macro e microformas graníticas, por isso adquire o valor 3.

A seguir, o “Potencial para divulgação” demonstra que o público necessita de bons níveis de conhecimento geológico para auxiliar no entendimento dos elementos geológicos presentes no sítio, conseguindo 2. Tendo por base os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2010, que mostrou que o IDH do município de Independência estava em torno de 11.360,79 reais e da comunidade Pedra Lisa inferior a isso, a opção selecionada no critério de “Nível econômico” foi a correspondente ao IDH inferior ao do estado do Ceará recebendo o valor 1. Ao final do “Potencial Valor Educativo e Turístico”, contém o critério “Proximidade a zonas recreativas” que devido à falta de zonas recreativas ou atrações turísticas aos arredores (estabelecidos pela plataforma a menos de 5 a 20 km) do lajedo e inselberg Pedra Lisa foi conferido não se aplica obtendo 0.

Isto posto, os “Valores Educativos e Turísticos” obtêm 240 e 150 (Quadro 3) respectivamente. Dessa forma, pode assegurar, no que tange ao cadastro de sítios geológicos e elementos geológicos, que Pedra Lisa é um Geossítio de relevância nacional. Ao final, as recomendações feitas pelo *GEOSSIT* são que se faz urgente que o granitóide Pedra Lisa receba proteção e ações conservacionistas, junto também das atividades didáticas, turísticas e científicas a médio prazo. Levando em conta os elementos identificados em campo e categorizados pelo simulador de quantificação, se deve estabelecer uma eficiente proteção à nível de geossítio com fomento à turismo sustentável e educação social (BORBA, 2011).

Quadro 3 – Critério “Potencial Valor Educativo e Turístico”.

Potencial Valor Educativo e Turístico			
Critério	Valor	Soma	
		Valor Educativo	Valor Turístico
Vulnerabilidade	3	210	150
Acesso rodoviário	3		
Caracterização do acesso ao sítio	2		
Segurança	1		
Logística	0		
Densidade populacional	2		
Associação com outros valores	1		
Beleza cênica	1		
Singularidade	0		
Condições de observação	3		
Potencial didático	4		
Diversidade geológica	3		
Potencial para divulgação	2		
Nível econômico	1		
Proximidade a zonas recreativas	0		

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Não obstante, ao subir pela trilha de acesso ao inselberg, foram notados resíduos sólidos, ou seja, garrafas de refrigerante, deixadas provavelmente por turistas que frequentemente comparecem ao local para fazer registros fotográficos e/ou banhar-se no açude (como ocorria no dia do campo). Consequentemente, a discussão supracitada ressalta-se novamente ao se deparar com essa situação requerendo atenção também pelo poder público.

À vista disso, Pedra Lisa poderá ser considerado baseado na conceituação de André Weissheimer (2011) um geossítio de integridade de caráter geomorfológico, sendo imprescindível proteger as dinâmicas preexistentes e suas formas propriamente ditas. Por isso, o reconhecimento, mapeamento e divulgação (BOTELHO, LEITE, EMYGDIO, 2017) são elementos fundamentais em busca do estabelecimento desses arcaibouços de relevância geológica como prioritários para a conservação.

Em síntese, é perceptível através do Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá que foram enquadrados na categoria de Unidades de Conservação de Proteção Integral, o quão importantes e significativos para a geodiversidade, dado seus valores históricos, cênicos, culturais, turísticos e ecológicos que contribuem também para o imaginário popular (NASCIMENTO, 2017), reforçando seus potenciais geoturísticos. Adjunto disso, os estudos e divulgações científicas tornam-se possíveis através da ocorrência de geossítios com valores significativos expressados na mineralogia, como no caso do geossítio Pedra do Cruzeiro (FREITAS, 2019) e da Gruta de São Francisco alçando um santuário que tem relação com a religiosidade devido a construção de uma capela por meio de rochas graníticas sendo posto uma imagem do santo que intitulou esse geossítio (FREITAS, 2019).

O geossítio Pedra Lisa, que recebe o nome de Tectonito de Independência de interesses primários tectônicos e secundários metamórficos, oriundo da zona de cisalhamento Tauá possui feições desde sigmoidais, planos com indicativos de movimento sinistral e *boudins* assimétricos (MOURA, 2018), isto posto, é notável que o presente geossítio está em consonância com demais inventários sendo bastante completo do ponto de vista geológico e geomorfológico.

Então, infere-se que as macro e microformas graníticas da Pedra Lisa, podem ser consideradas componentes que constituem a geodiversidade, dado que sua litologia viabiliza a ocorrência dos mesmos nos mais diversos domínios morfoclimáticos, paisagens e culturas. Sendo assim, se estabelecem enquanto patrimônios geológicos (MOURA, GARCIA, BRILHA, 2018), onde a multiplicidade se faz a partir do natural, carecendo de intervenções legislativas para que se perpetue nas gerações seguintes (CLAUDINO-SALES, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que o inselberg Pedra Lisa pode ser caracterizado enquanto um geossítio dada a pesquisa realizada em campo e posterior análise feita pelo GEOSIT. Os potenciais científicos e educacionais despontam mediante características geomorfológicas que possibilitam o ensino geográfico nas suas mais diversas dimensões e como resultado a produção de artigos, estudos aprofundados e ascensão local perante demais pesquisas de relevos graníticos do Nordeste. Do mesmo modo que oportuniza a população o reconhecimento histórico, cultural e identitário que a mesma estabelece com o modelado.

Portanto, depreende-se o quanto a geodiversidade se relaciona não somente com a geologia propriamente dita, mas também poderá gerar uma atenção primordial para as comunidades adjacentes aos locais de interesse geológico. Sendo assim, a necessidade de que este objeto de estudo ganhe destaque e relevância para que a geoconservação seja efetivada, uma vez que faz parte dos “recortes” de evolução das paisagens graníticas até então sem mapeamento, podendo gerar por consequência, a ascensão do município de Independência com sua pluralidade geomorfológica.

REFERÊNCIAS

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em geociências**, v. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

BRILHA, J. B. Proposta metodológica para uma estratégia de geoconservação. 2006.

BRILHA, J. B. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das Geociências. **Geologia USP. Publicação Especial**, v. 5, p. 27-33, 2009.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 190p.

BOTELHO, R. G. M.; LEITE, C. H. C.; EMYGDIO, R. F. Geossítios no Brasil: distribuição, proteção e expressividade. In: **1º Workshop ARTE & Ciência: Reflexão Integrada na Paisagem**. 2017.

BASTOS, F. D. H. et al. 26. **Relevos graníticos do Nordeste brasileiro: uma proposta taxonômica**. In book: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira, 2021.

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

CAVALCANTI, L. C. D. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: para a afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, v. 20, n. 3, p. 3-12, 2018.

CORDEIRO, A. M. N. et al. Geomorfologia do Campo de Inselbergs de Chaval, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 1, 2023.

CAVALCANTE, D. D. R. Influências paleoclimáticas na gênese do carste de Tejuçuoca, NE do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 283-293, 2016.

CADASTRO DE SÍTIOS GEOLÓGICOS. **GEOSSIT**. Disponível em:
<<https://www.sgb.gov.br/geossit/>>. Acesso em: 6 de abr. de 2023.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Carta Geológica digital da Folha Independência (SB.24-V-D-I)**, escala 1:100.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2011. Disponível em:
<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/21285/5/carta_geologica_independencia.pdf>. Acesso em: 6 de abr. de 2023.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Carta Geológica digital da Folha de Geodiversidade do Estado do Ceará**, escala 1:1.000.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2011. Disponível em: <<https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>>. Acesso em: 6 de abr. de 2023.

SILVA, D. D.; LOPES, E. L.; JUNIOR, S. S. B. Pesquisa quantitativa: elementos, paradigmas e definições. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 5, n. 1, p. 01-18, 2014.

ERNESTO, M. et al. Perspectivas do ensino de Geociências. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 331-343, 2018.

FORGIARINI, L. L. et al. Geologia e recursos minerais da folha Independência–SB. 24-VDI: Escala 1: 100.000: Estado do Ceará. 2021.

FREITAS, L. C. B. et al. **Projeto Geoparques: Geoparque Sertão Monumental, CE: proposta**. [CPRM], 2019.

GARCIA-CORTÉS, A.; URQUÍ, L.C. Documento Metodológico para la elaboracion del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2009.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal: Independência**. Fortaleza: SEPLAN, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Manual Técnico de Geomorfologia**. Segunda edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).

LIMA, D. L. et al. GEOMORFOLOGIA GRANÍTICA DO MACIÇO DE URUBURETAMA, CEARÁ, BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, 2019.

MOURA-FÉ, M. M. D; GUIMARÃES, T. D. O.; HOLANDA, C. R.; NASCIMENTO, M. A. L. D.; SILVA, J. V. M. D. Geocultura: proposta teórico-metodológica para o conhecimento, valorização e aplicação da geoconservação. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 23, n. 89, p. 57–76, 2022.

DOI: 10.14393/RCG238960026. Disponível em: <
<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/60026>> . Acesso em: 1 nov. 2022.

MOURA-FÉ, M. M. D.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. D. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3054-3065, 2017.

MINAYO, M. C. D. S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. **Revista pesquisa qualitativa**, v. 5, n. 7, p. 1-12, 2017.

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

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. D. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018.

MOURA, P.; GARCIA, M. D. G. M.; BRILHA, J. B. Identificação de sítios geológicos para gestão prioritária: propostas para a geoconservação no Domínio Ceará Central, nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, 2018.

MELO, F. P. L. et al. Adding forests to the water–energy–food nexus. *Nature Sustainability*, v. 4, n. 2, p. 85-92, 2021.

MAIA, R. P.; BASTOS, F. DE H.; NASCIMENTO, M. A. L.; LIMA, D. L. DES. ; CORDEIRO, A. M. N. **Paisagens graníticas do Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

MAIA, R. P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. Geomorfologia dos Maciços de Portalegre e Martins–NE do Brasil: Inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, 2016.

MOURA, P. Geoconservação no Domínio Ceará Central, Nordeste do Brasil: Métodos para Seleção, Proteção e Uso dos Sítios Geológicos. 2018.

NASCIMENTO, H. H. O. A geodiversidade dos monólitos de Quixadá/CE: uma abordagem geoturística do patrimônio local. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 3152-3163, 2017.

OLIVEIRA, G. P. D.; MEDEIROS, D. B. S. D.; BATISTA, C. T. Mapeamento e análise morfoestrutural do Maciço de João do Vale (RN-PB). **Revista de Geociências do Nordeste**, v.6, n.1, p.18-27, 2020.

ROMÃO, R. M. M.; GARCIA, M. D. G. M. Estratégias interpretativas para o patrimônio geológico do município de Cananeia, litoral sul do estado de São Paulo. **Pesquisas em Geociências**, v. 48, n. 1, p. e104114-e104114, 2021.

RANGEL, M.; RODRIGUES, J. D. N.; MOCARZEL, M. Fundamentos e princípios das opções metodológicas: Metodologias quantitativas e procedimentos quali-quantitativos de pesquisa. **Omnia**, v. 8, n. 2, p. 05-11, 2018.

RODRIGUES, W. F.; MAIA, R. P.; GOMES, D. D. M. Condicionamento morfoestrutural do inselberg pedra da Andorinha, sertão norte do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 4, 2019.

SILVEIRA, A. C. D.; BASTOS, F. D. H.; MEIRA, S. A. Geoconservação no Ceará: Um Olhar Sobre as Unidades de Conservação Estaduais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 58-70, 2018.