

GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA NO MONUMENTO NATURAL CAVERNAS DE MARTINS, SEMIÁRIDO BRASILEIRO

KART GEOMORPHOLOGY IN THE CAVERNAS DE MARTINS NATURAL MONUMENT, BRAZILIAN SEMI-ARID

GEOMORFOLOGÍA DEL KART EN EL MONUMENTO NATURAL CAVERNAS DE MARTINS, SEMIÁRIDO BRASILEÑO

DÊNIS DOS SANTOS HILÁRIO¹
DAVI DO VALE LOPES²

¹Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Email: dhilario76@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6768-7308>

²Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Email: davi.lopes@ufrn.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3336-7397>

RESUMO

O termo carste é amplamente utilizado associado ao processo de dissolução em rochas carbonáticas, porém, atualmente, também é aceito para o processo de dissolução em diferentes tipos de rochas, como evaporitos, quartzitos, arenitos, entre outros. No semiárido brasileiro existe uma carência de estudos associados à dissolução em mármore. O objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização da geomorfologia cárstica no Monumento Natural Cavernas de Martins, no semiárido brasileiro. Realizou-se pesquisa bibliográfica sobre a temática. Realizou-se atividades de campo no município de Martins-RN, com ênfase na caverna denominada “Casa de Pedra”. Realizou-se identificações e descrições das feições cársticas. Realizou-se a confecção de mapas em ambiente SIG, com uso do *software* QGIS. A criação da unidade de conservação foi um importante passo em direção à geoconservação da área, a publicação do plano de manejo por parte do IDEMA é urgente para que ações futuras se deem de maneira consorciada com o desenvolvimento sustentável. Existe uma urgência na preservação das formas cársticas encontradas na MONA Martins. As cavernas representam um importante sítio de interesse científico, com feições singulares para o contexto regional que auxiliam no entendimento da evolução e gênese de relevos cársticos, bem como nas mudanças ambientais experimentadas na região ao longo do tempo geológico.

Palavras-chave: Unidade de conservação; Dissolução; Rochas carbonática; Espeleotemas.

ABSTRACT

The term karst is widely used associated with the dissolution process in carbonate rocks, however, currently, it is also accepted for the dissolution process in different types of rocks, such as evaporites, quartzites, sandstones, among others. In the Brazilian semi-arid region, there is a lack of studies associated with dissolution in marble. The objective of this work was to characterize the karst geomorphology in the Cavernas de Martins Natural Monument, in the Brazilian semi-arid region. Bibliographical research was carried out on the topic. Field activities were carried out in the municipality of Martins-RN, with emphasis on the cave called “Casa de Pedra”. Identifications and descriptions of karst features were carried out. Maps were created in a GIS environment, using QGIS software. The creation of the conservation unit was an important step towards the geoconservation of the area. The publication of the management plan by IDEMA is urgent so that future actions can be carried out in conjunction with sustainable development. There is an urgency to preserve the karst forms found at MONA Martins. The caves represent an important site of scientific interest, with unique features for the regional context that help to understand the evolution and genesis of karst reliefs, as well as the environmental changes experienced in the region over geological time.

Keywords: Conservation unit; Dissolution; Carbonate rocks; Speleothems.

RESUMEN

El término karst es ampliamente utilizado asociado al proceso de disolución en rocas carbonatadas, sin embargo, actualmente, también es aceptado para el proceso de disolución en diferentes tipos de rocas, como evaporitas, cuarcitas, areniscas, entre otras. En la región semiárida brasileña faltan estudios asociados a la disolución en mármol. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la geomorfología kárstica en el Monumento Natural Cavernas de Martins, en la región semiárida de Brasil. Se realizó una investigación bibliográfica sobre el tema. Las actividades de campo se realizaron en el municipio de Martins-RN, con énfasis en la cueva denominada “Casa de Pedra”. Se llevaron a cabo identificaciones y descripciones de características kársticas. Los mapas se crearon en un entorno SIG, utilizando el software QGIS. La creación de la unidad de conservación fue un paso importante hacia la geoconservación del área, urge la publicación del plan de manejo por parte del IDEMA para que futuras acciones se puedan realizar en conjunto con el desarrollo sustentable. Es urgente preservar las formas kársticas encontradas en MONA Martins. Las cuevas representan un importante sitio de interés científico, con características únicas para

el contexto regional que ayudan a comprender la evolución y génesis de los relieves kársticos, así como los cambios ambientales experimentados en la región a lo largo del tiempo geológico.

Palabras clave: Unidad de conservación; Disolución; Rocas carbonatadas; Espeleotemas.

INTRODUÇÃO

A palavra carste, já difundida e bastante utilizada no Brasil, é uma versão adaptada para o português da palavra *karst* (do germânico) que tem origem na Eslovênia, onde foram realizados os primeiros estudos sobre processos cársticos no Platô Kras (Eslovênia), o termo foi popularizado pelo geógrafo Jovan Cvijić. (TRAVASSOS, 2019; CHRISTOFOLETTI, 1980)

O termo carste é utilizado em sentido mais amplo para designar áreas calcárias ou dolomíticas com feições de dissolução típicas (CHRISTOFOLETTI, 1980), sendo mais comum em rochas solúveis. Entretanto, tais feições podem ocorrer em outras rochas com minerais menos solúveis, desde que determinadas condições de exposição ao processo de intemperismo químico sejam atendidas (BASTOS; MAIA; CORDEIRO, 2019). Atualmente, o termo carste é aceito para o processo de dissolução em diferentes tipos de rochas, como evaporitos, quartzitos, arenitos, entre outros (GILLI, 2015; TRAVASSOS, 2019).

A formação do carste requer um nível alto de permeabilidade, está é dividida em porosidade primária, definida ao mesmo tempo em que há deposição dos sedimentos componentes da rocha, e a secundária, que se refere as fraturas que permitem a circulação da água e contato com uma maior área de superfície da rocha (TRAVASSOS, 2019; BASTOS; MAIA; CORDEIRO, 2019). A declividade do relevo é outro fator que influencia o processo de carstificação, áreas com maior inclinação tendem a propiciar o desenvolvimento de feições típicas, pois implica na energia de circulação da água no sistema aumentando seu poder de erosão, o que favorece a abertura de cavidades na rocha (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A quantidade de água disponível para alteração da rocha é ditada pelo regime pluviométrico que fornecerá água para o sistema, desse modo, o tempo de contato será influenciado pela frequência e distribuição das chuvas ao longo do ano (CHRISTOPHERSON; BIRKELAND, 2017).

A espessura da camada de solum e a cobertura vegetal são fatores que reverberam no tempo de exposição da rocha à água e a intensidade da dissolução, respectivamente, este último pela liberação de ácidos húmicos das espécies vegetais na solução do solo (CHRISTOFOLETTI, 1980, BASTOS; MAIA; CORDEIRO, 2019).

De acordo com Gilli (2015) uma divisão entre os componentes da topografia cárstica em endocarste e exocarste pode ser feita. Para esse autor, o endocarste refere-se as câmaras, cavidades e cavernas encontradas no subterrâneo, enquanto o exocarste se trata das feições na superfície. Travassos (2019) corrobora com esta repartição, e destaca ainda o epicarste como sendo a camada intermediária entre o endocarste e o exocarste. Gilli (2015) descreve o epicarste como a casca na superfície e bordas de uma massa rochosa caracterizado por descontinuidades como planos de acamamento na rocha sedimentar ou esfoliação esferoidal, estas feições singulares seriam o epicarste.

As formas mais comuns da paisagem cárstica em superfície (exocarste) são os cones, dolinas, lapiez, poljés, uvalas, enquanto no subterrâneo (endocarste) seriam as cavernas com suas estalactites e estalagmites (BASTOS; MAIA; CORDEIRO, 2019). A ausência de rede de drenagem é uma característica das regiões cársticas, isso pois o complexo sistema de circulação entre fraturas em subsuperfície gera sumidouros onde os rios são “engolidos” e infiltram no interior da rocha alcançando o aquífero e por vezes reaparece em áreas mais baixas em pontos chamados de ressurgências, sendo estas feições também parte do exocarste (BASTOS; MAIA; CORDEIRO, 2019; TRAVASSOS, 2019).

As cavernas geralmente se formam abaixo do nível freático, são uma fração do endocarste definida por um tamanho grande o suficiente para a entrada de um ser humano, é

conectada à complexa rede de condutos e passagens no subterrâneo, onde 3 condições principais são necessárias, sendo elas: um forte gradiente hidráulico, descontinuidades na rocha e água corrosiva (GILLI, 2015; CHRISTOPHERSSON; BIRKELAND, 2017).

O início da gênese de uma cavidade está, na maioria das vezes, está associada com uma fase tectônica, isso pois a criação de juntas na rocha é uma etapa que antecede a de infiltração da água, uma vez que a porosidade secundária é mais eficiente para o processo de dissolução e ampliação das cavidades (GILLI, 2015; BASTOS; MAIA; CORDEIRO, 2019).

É nelas onde estão as feições mais intrigantes, locais estes que já foram utilizados como abrigo pelos homens das cavernas e possuem grande valor sociocultural pela sua atratividade turística, e registros arqueológicos e paleontológicos encontrados nelas. Isto desperta a curiosidade do público e aí que entra em ação o “conhecer para preservar”, vindo através do geoturismo, como destacado por Travassos (2019). O geoturismo é um facilitador para o aprendizado do público que visita o local, possibilitando que os visitantes tenham aprendizado geológico e geomorfológico agregado ao lazer de maneira atrativa (HOSE, 1995 apud TRAVASSOS, 2019).

Cavernas com a presença de tantas feições cársticas são relativamente raras no Nordeste brasileiro. Por isso, o objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização da geomorfologia cárstica no Monumento Natural Cavernas de Martins, no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Martins localiza-se em cotas altimétricas de 640m, situando-se na área dos planaltos residuais, sua temperatura média do ar é de 23°, variando apenas 3 graus durante o ano, a precipitação é concentrada nos cinco primeiros meses do ano e precipitação média anual de 1230mm Martins (MEDEIROS; CESTARO; QUEIROZ, 2021). Notadamente uma precipitação média diferenciada em relação ao contexto regional, isso devido ao fato de o relevo influenciar em chuvas orográficas atuando como uma barreira para a livre circulação do ar neste ponto da atmosfera.

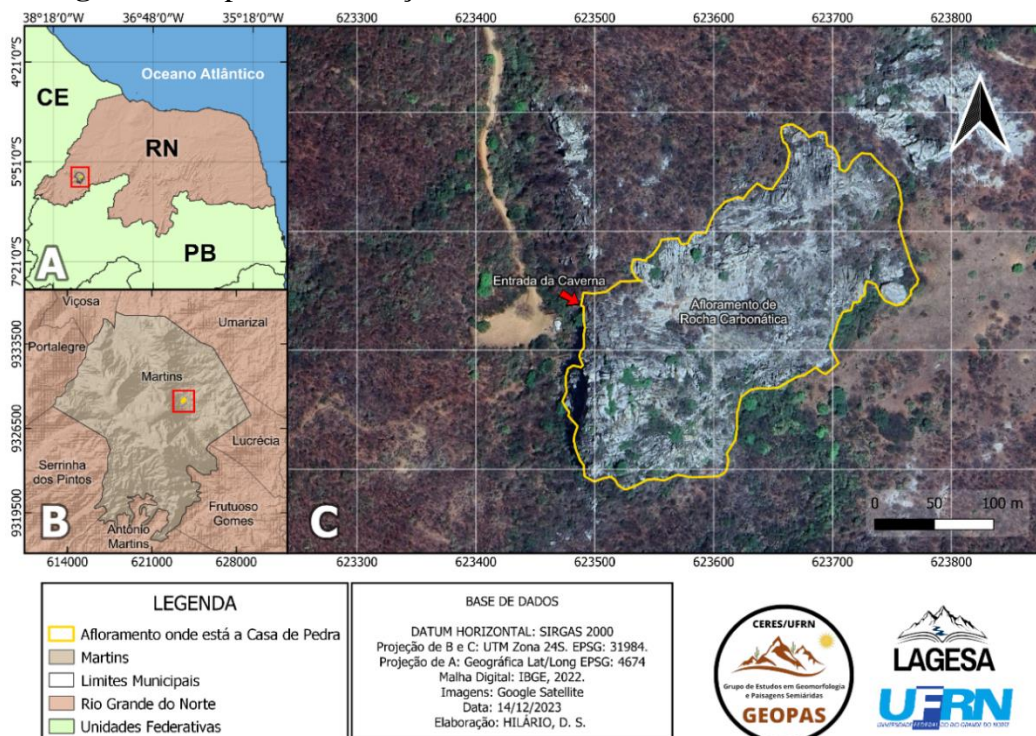
O município está inserido na província Borborema, constituído por rochas do Complexo Caicó, Suítes Umarizal, Poço da Cruz e Itaporanga, Formação Jucurutu, onde estão as intercalações de mármore onde se desenvolveu a Casa de Pedra, objeto de estudo, e pela Formação Serra do Martins (CPRM, 2005).

Sobre o relevo, Moura (2017) descreve a presença de relevo ruiforme encontrado nos Maciços de Martins e Portalegre, onde destaca os afloramentos associados a feições de dissolução, como o da Casa de Pedra, são chamados pelo autor de inselbergues cársticos.

Os solos variam em função de sua posição ao longo da vertente, com o platô sedimentar tendendo a ter Latossolos Vermelho-Amarelos associados a Formação Serra do Martins, a vertente tendo afloramentos de rocha e solos rejuvenescidos, na depressão temos solos pedregosos e rasos, e ao longo das planícies fluviais solos arenosos associados a processos deposicionais (MOURA, 2017).

A vegetação no platô é antropizada, com a terra associada ao uso agrícola e urbanização, além disso há de enclaves com espécies típicas do domínio da Mata Atlântica, configurando uma fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual nesses pontos no topo, as encostas, onde é mais seco, por sua vez, são ocupadas por Estépica Florestada, tais formações florestais são sustentadas pelo mesoclima mais úmido (QUEIROZ et al, 2022).

Figura 1: Mapa de localização do Monumento Natural Cavernas de Martins.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Trabalho de campo e em gabinete

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização de pesquisa bibliográfica para familiarização com o tema, uma vez que os conceitos foram absorvidos e compreendidos, foram realizadas visitas ao município de Martins, com ênfase na Casa de Pedra, em virtude de seu acesso facilitado e já conhecida abundância de feições cársticas.

No campo, mais precisamente, na Casa de Pedra, as feições foram observadas cuidadosamente, afim de identifica-las e realizar sua posterior classificação. Foram feitos registros fotográficos durante a visita, onde todos os cômodos foram observados detalhadamente.

Então, em ambiente SIG, com auxílio do *software* QGIS, foi confeccionado um mapa de localização da Casa de Pedra, foco deste estudo, demonstrando seu posicionamento em relação ao Rio Grande do Norte, e ao município de Martins.

RESULTADOS

Compartimentação da “Casa de Pedra”

No município de Martins, há cavernas relacionados aos mármores da Formação Jucurutu, rochas que datam de aproximadamente 650Ma (SCHMUS et al, 2003 apud ANGELIM, 2006). Para preservar este geopatrimônio foi criada uma Unidade Estadual de Conservação Integral através do decreto estadual N° 31.754 pelo Governo do Rio Grande do Norte (RN), em 28 de julho de 2022, denominado de Monumento Natural (MONA) Cavernas do Martins, no município de Martins – RN, que possui cerca de 3.538 hectares e 39.146,15 metros de perímetro (RIO GRANDE DO NORTE, 2022).

Nesta categoria de Unidade de Conservação (UC) a visitação do público em geral é possível, porém está sujeita as restrições, normas e condições definidas no plano de manejo da UC, órgão responsável pela administração e previstas em regulamento, conforme consta no artigo 12° da lei n° 9.985 (BRASIL, 2000).

Segundo o IDEMA (2023), órgão estadual responsável pela administração da MONA Martins, no que tange a biodiversidade da UC, foram registradas 112 espécies de plantas e 189 de animais, estando distribuídos em: 84 espécies de aves, 13 espécies de anfíbios, 22 espécies de répteis, 14 espécies de morcegos, 16 espécies mamíferos terrestres e 40 espécies de invertebrados.

Figura 2: Representação da Unidade de Conservação onde localiza-se a “Casa de Pedra”.



A – placa de identificação do Monumento Natural Cavernas de Martins; B – placa com a ficha técnica vinculada ao IDEMA; C – vista da “Casa de Pedra”; D – visão da estrada de acesso.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Casa de Pedra é uma destas cavernas, e, com certeza, a mais famosa da área, sendo ponto turístico da cidade. Seu acesso dá por meio de estrada não pavimentada, e já se tornou parte da cultura regional, com mitos e lendas envolvendo o local, até mesmo colocando-o como um esconderijo para cangaceiros no período do banditismo no sertão.

Tabela 1: Compartimentos (“Cômodos”) da “Casa de Pedra”.

Compartimentação da “Casa de Pedra”	Descrição
Escadaria de acesso	A escadaria leva ao acesso principal da caverna, construída em uma escarpa com aproveitamento das rochas da região (destaque para a Formação Serra do Martins). No trecho superior da escadaria, com acesso à “porta de entrada” foi feita a instalação de uma escada metálica.
Varanda de entrada	Acesso principal da caverna, onde tem-se uma visão privilegiada da superfície rebaixada, onde localiza-se o estacionamento (“garagem da Casa de Pedra”).
Salão principal	Maior compartimento da caverna e mais alto. Possui uma “janela de claridade” no teto. Possui estalactites, estalagmites, blocos colapsados e feições de escorrimto pelas paredes.
Segundo pavimento	Dentro do salão principal existe um segundo pavimento, associado a um paleonível freático.
Quartos	Nas laterais dos corredores existem algumas reentrâncias que podem ser associadas com “quartos”.
Corredor	Faz a conexão entre o salão principal até o Quintal da Casa de Pedra.
Cozinha	Localizada na cavidade que dá acesso ao “Quintal”.
Quintal	Acesso secundário para a Casa de Pedra, em área com afloramento de mármore (exocarste). Do local tem-se uma visão privilegiada da depressão sertaneja.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Casa de Pedra está alguns metros acima de seu arredor, tendo seu acesso facilitado por uma escada confeccionada de concreto e rochas do local, o final desse percurso conta com

uma escada um pouco mais íngreme, com corrimãos dos dois lados. Ao fim da escada, acessamos a varanda, um pequeno espaço onde a escada termina, e pouco abaixo se inicia o salão principal, com pilares, estalactites e estalagmites, no teto há diversas fendas revelando seu complexo plano de fraturas, nas paredes, feições de escoamento revelam o que havia fluxo hídrico em algum momento de sua formação. É possível acessar também um compartimento superior, que seria o segundo andar, provavelmente este representava uma cavidade diferentes que acabou se unindo ao pavimento inferior graças ao colapso do seu chão. Nas paredes e corredores da casa, existem reentrâncias que parecem os quartos, o principal corredor passa por uma cavidade que chamamos de cozinha, antecedendo o quintal, que é o outro lado do corpo rochoso atravessado pela caverna, sendo um afloramento onde é possível observar padrões de deformação dúctil e alinhamento de minerais.

Figura 3: Compartimentação da “Casa de Pedra”.



A – visão exterior da “Casa de Pedra”; B – escadaria de acesso com aproveitamento das rochas locais; C – escadaria metálica no trecho superior; D – visão do estacionamento (“garagem da Casa”); E – visão da paisagem a partir da varanda; F – salão principal com o segundo pavimento (destaque para uma pessoa de camisa preta no alto); G – salão principal; H – reentrância lateral que forma um dos quartos; I – corredor que dá acesso ao quintal; J – visão do quintal.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Espeleotemas, feições de dissolução, fraturamentos e colapsos

A precipitação do CaCO_3 cria, no teto feições como estalactites e canudos de refresco, parte do carbonato de cálcio na solução saturada é depositada ali, porém uma outra parte atinge o chão e cria formas associadas ao também ao gotejamento, mas basal, criando uma variada gama de formas de estalagmites. A expansão do tamanho das estalagmites e estalactites podem formar pilares pelo encontro delas.

Tabela 2: Formas e feições identificadas na área de estudo.

Formas identificadas	Tipologia	Descrição
Formas associadas ao gotejamento no teto	Estalactites	Identificou-se ampla gama de formas no teto das cavernas associadas ao gotejamento e precipitações de carbonatos de cálcio oriundos de soluções saturadas.
	Canudos de refresco	Identificou-se este tipo específico de estalactite, com microforma associada ao gotejamento.
Formas associadas ao gotejamento basal	Estalagmites	Identificou-se ampla gama de formas no piso das cavernas associadas à precipitações de carbonatos de cálcio oriundos de soluções saturadas. Sua gênese está associada ao gotejamento que cai do teto.
	Colunas	Identificou-se colunas que marcam a conexão entre uma estalactite e uma estalagmite.
Formas associadas aos fluxos hídricos	Escorrimento	Identificou-se ampla gama de formas associadas aos fluxos hídricos pelas paredes.
	Travertino	Identificou-se formas associadas ao escorrimento e represamento no piso das cavernas.
Feições de precipitação	Coralóide	Identificou-se formas em nódulos milimétricos a centimétricos que se desenvolvem nas paredes e sobre outros espeleotemas.
Feições de dissolução	Honeycomb	Identificou-se alvéolos de dissolução em blocos rochosos e nas paredes de acesso ao compartimento identificado como "quintal da Casa de Pedra".
Feições estruturais	Blocos fraturados	Identificou-se, principalmente, na área que dá acesso ao "Quintal" muitos blocos fraturados. Essas fraturas são pontos de fraquezas que favorecem a ocorrência de fluxos hídricos e a queda de blocos.
Processos gravitacionais	Blocos colapsados	Identificou-se, principalmente, no salão principal e na área que dá acesso ao "Quintal" muitos blocos colapsados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Diversas fraturas podem ser visualizadas no interior da caverna, estes pontos de fraqueza favorecem a circulação da água, além de enfraquecerem a estrutura da rocha causando colapso de blocos por ação gravitacional. Os blocos estão espalhados pelo chão da casa, enquanto as fraturas são identificadas principalmente no salão principal e no quintal. A relação das fraturas com as feições de escorrimento e os espeleotemas também pode ser percebido (**Figura 4**), de modo que os locais menos fraturados apresentam menos destas feições.

Figura 4: Representações de formas associadas ao gotejamento na “Casa de Pedra”.



A e B – canudos de refresco no teto; C – colunas; D – estalactites e estalagmites evoluindo para uma futura junção; E – gotejamento com início da gênese de uma estalagmite; F – estalactites.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A água pode também voltar a ter um comportamento agressivo após atingir o chão, alterando quimicamente a rocha e originando formas que acumulam a água, como represas travertino. No fundo dos travertinos há feições irregulares que não se assemelham a formas conhecidas, no momento visitado, as represas estavam secas. Os coraloides são feições pequenas compostas por nódulos arredondadas que se formam em espeleotemas ou paredes (Figura 5).

Figura 5: Representações de formas associadas a fluxos hídricos e precipitação na “Casa de Pedra”.

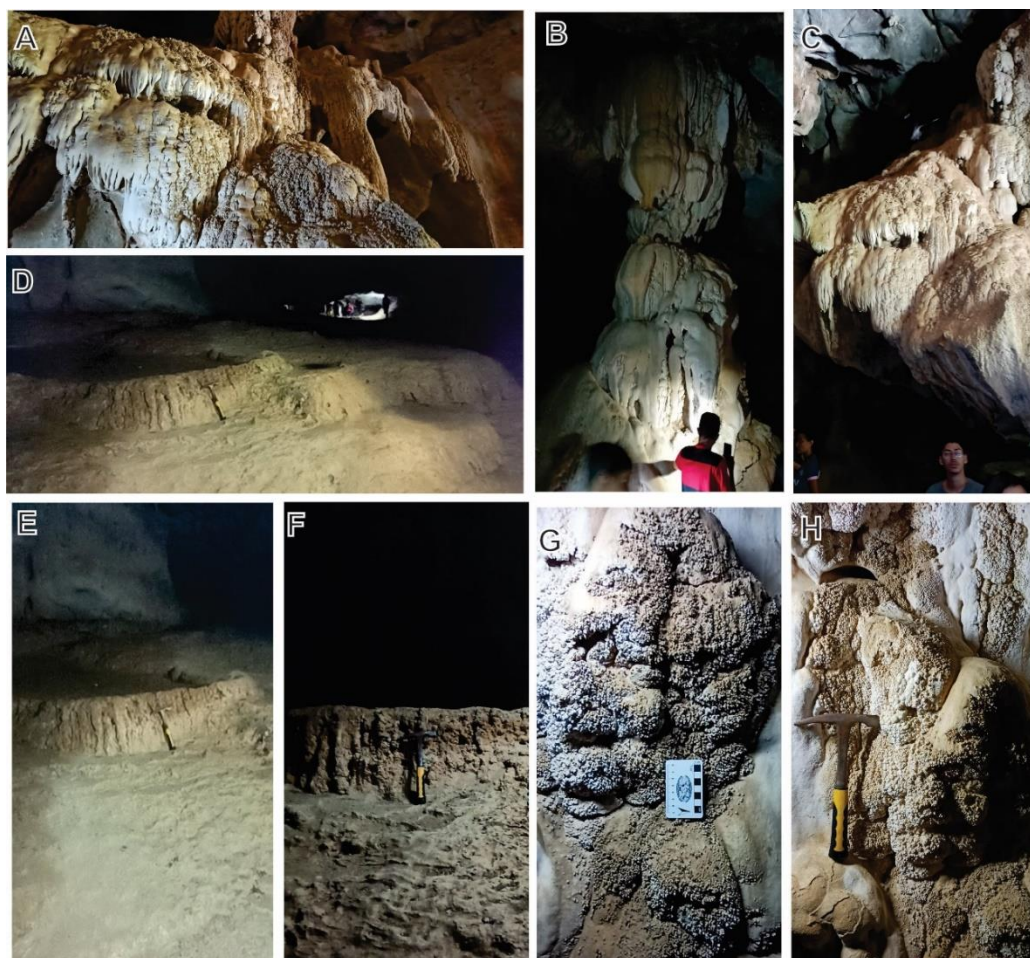


A, B e C – formas de escorrimento; D, E e F – represas de travertino; G e H – coraloides.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Honeycombs (favos de mel no português) também foram encontrados logo na varanda, estas feições de dissolução também chamadas alvéolos são encontradas em variados tipos de rocha. Situam-se nas paredes do corredor de acesso ao quintal. Na **Figura 6** é possível perceber o tamanho dos *honeycombs* variando do tamanho de centímetros até milímetros, além disso, o tamanho dos blocos que colapsaram perto de pessoas que estão servindo de escala na foto (suas alturas variando de 1,6 a 1,7m).

Figura 6: Representações de fraturas (A, B e C), honeycombs (D, E e F) e blocos colapsados (G e H) na “Casa de Pedra”.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

DISCUSSÃO

Geoconservação, Geoturismo e desenvolvimento regional sustentável

A criação da MONA Cavernas de Martins é um reconhecimento da importância desta área para a ciência pela sua singularidade. As unidades de conservação são, hoje, uma das ferramentas mais utilizadas a nível mundial para a preservação da natureza

As unidades de conservação dividem-se em dois grupos, as Unidades de Proteção Integral e de Uso Sustentável, sendo o Monumento Natural uma categoria que pertence ao primeiro grupo (artigo 8º, inciso IV, Lei 9.985). Nas unidades de Proteção Integral, o uso de seus recursos só pode ser feito de maneira indireta, com exceções previstas na lei citada anteriormente, o objetivo é promover a preservação da natureza (artigo 7º, Lei 9.985).

O plano de manejo é o que define as normas de uso e manejo dos recursos naturais, além do zoneamento econômico ecológico, zona de amortecimento e corredores ecológicos, este plano deve ser elaborado no prazo máximo de 5 anos após a criação da UC (artigo 2º, incisos XVI, XVII, XVIII e XIX da Lei 9.985). O IDEMA, órgão responsável, ainda não confeccionou o plano de manejo da MONA Martins, tendo até 2027 para tal, onde serão deliberadas normas para visitação e usos para fins científicos e econômicos. No site do IDEMA, ainda não consta uma data para lançamento do plano de manejo, apenas é dada a informação de que será publicado em breve (IDEMA, 2023).

Sem o plano de manejo, no entanto, não há nenhuma espécie de moderação acerca do que é feito, já que as regulações de uso decididas pelo conselho responsável são definidas oficialmente através do mesmo. Dessa forma, é importante que o plano de manejo seja publicado para que as medidas necessárias para a preservação da MONA entrem em vigor.

A participação e interesse da sociedade civil nesse processo é importante, na medida em que o respeito pela UC, bem como a maneira como esta é aceita onde a lógica da produção e uso da terra comandam, nos levando novamente para a premissa do conhecer para preservar. Temos, então, o geoturismo com o objetivo de associar conhecimento científico relacionado ao relevo e à geologia com as atividades turísticas servindo como um catalisador da reação de aprendizado do público leigo (HOSE, 1995 apud TRAVASSOS, 2019). Essa tarefa exige didática, conhecimento pleno para uso de forma criativa e vontade de realiza-lo compreendendo que a sociedade é um importante agente da conservação.

Nesse contexto, a geoconservação é de suma importância. Enquanto tradicionalmente o pensamento das pessoas é voltado para a conservação dos habitats, entendendo o meio abiótico apenas como um substrato necessário para a subsistência das espécies e daí vem a necessidade de conservá-lo. Na geoconservação as coisas não vivas tem valor por is mesma, seu foco é preservar as taxas de mudanças da geologia, relevo e solos em níveis naturais (SHARPLES, 2002).

A necessidade para a geoconservação está relacionada com o valor que aquele local representa para o ecossistema, pela sua singularidade (intrínseco) e para a humanidade, seja de forma cultural ou científica por ser um importante objeto de estudo (SHARPLES, 2002).

Os civis devem participar das ações e reuniões com o conselho e compartilhar também seus conhecimentos adquiridos de forma empírica através do contato com a natureza em suas vivências.

Feições associadas ao gotejamento

Como o próprio nome sugere, estas feições estão relacionadas com os processos de precipitação e deposição de moléculas de CaCO_3 , seja no teto, formando as estalactites e canudos de refresco, ou no chão (gotejamento basal), formando estas colunas e estalagmites, onde todas essas feições citadas são espeleotemas.

Os espeleotemas englobam todos os tipos de depósitos minerais formados em cavernas, na maioria das vezes, o mineral que compõe os espeleotemas é a calcita (CaCO_3), um mineral do grupo dos carbonatos, precipitando na água que circula no endocarste (TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015).

Os canudos de refresco são uma forma inicial, e tendem a evoluir para uma estalactite, podem ser facilmente rompidos com mecanicamente, por isso são considerados frágeis. As estalactites irão ter formato variado dependendo do regime hídrico, uma vez que a frequência e intensidade do gotejamento no teto será ditado pela disponibilidade de água, o formato mais comum encontrado na Casa de Pedra é o de candelabros (MOURA et al, 2019; TRAVASSOS. RODRIGUES; TIMO, 2015).

As estalagmites tratam-se de uma forma complementar das estalactites (geralmente), são resultado também do gotejamento do teto da caverna, seja por um canudo, estalactite ou diretamente de uma fenda, ao atingir o chão inicia-se a deposição dos minerais (TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015).

As colunas são formas que resultam do contato de uma feição proveniente do chão ou do teto que entra em contato com algo, formando uma conexão entre o que está em cima e embaixo (TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015). Desse modo, classificam-se como coluna: uma estalactite que encontra uma estalagmite ou o chão; uma estalagmite que encontra o teto, uma estalactite ou uma cortina.

Feições de fluxo hídrico e precipitação

Os escorrimentos recobrem uma grande área no teto e/ou parede das cavernas, o arranjo dos minerais não parece ocorrer de maneira regular, mas gera formas convexas de tamanhos variados, esta feição ocorre em planos inclinados (TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015). Os escorrimentos podem recobrir outras feições mais antigas uma vez que o fluxo passar a conectá-los.

Os coraloides se referem a depósitos de calcário microcristalinos, organizadas na forma de pequenas superfícies convexas (TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015). Podem originar-se tanto em ambientes subaéreos ou subaquáticos, sendo difícil a diferenciação do ambiente em que se desenvolveram e sua textura se assemelha com a de algas calcárias (coralinárias) que formam os bancos de rodolito no fundo oceânico (**Figura 5**) (CAVALCANTI; TEIXEIRA DA SILVA, 1997).

Cavalcanti e Teixeira da Silva (1997) pontuam que os coraloides subaquáticos são gerados de modo mais uniforme, sendo mais “bem formados”, como já explicado, a calcita é o mineral mais comum presente, porém, podem haver tonalidades diferentes em virtude da presença de impurezas na água.

Os coraloides subaéreos são resultantes de processos de gotejamento ou escorrimento, apresentam porosidade maior, geralmente são menores e a maioria dos coraloides tem essa origem (CAVALCANTI; TEIXEIRA DA SILVA, 1997).

As represas de travertino são tufas calcárias duras e compactas. A gênese dessas represas não é bem conhecida, porém está associada com fluxos hídricos constantes e a deposição de CaCO₃ em algum momento ao longo da evolução da cavidade (TRAVASSOS, 2019; TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015; MOURA et al, 2019).

Feições de dissolução, fraturamento e colapsos

As feições abordadas neste subtópico não são típicas do carste, tendo em vista que ocorrem com frequência em outros tipos de paisagens não cársticas, sendo elas: as fraturas; os colapsos; e os *honeycombs*.

Gilli (2015) salienta a importância do tectonismo para abertura das fraturas e facilitação da infiltração em profundidade e na distribuição da água pelo endocarste, e que fraturas ocupadas pela água necessitam de gradiente vertical e livre circulação para que haja um fluxo possibilitando a entrada de uma água renovada e agressiva, do contrário, esta ficaria saturada perdendo muito de sua capacidade de reagir com a rocha. Esta zona onde a circulação é livre e rápida chama-se de zona vadosa, enquanto na zona freática as juntas e fraturas estão preenchidas, aqui a circulação se dá pela pressão hidrostática, que por vezes poder ser alta ao ponto de expandi-las mecanicamente (CHRISTOFOLLETTI, 1980; Gilli, 2015).

Os planos de fratura criam as condições para fragilização da estrutura da cavidade, propiciando o colapso de blocos. Como destaca Moura et al (2019), embora fraturas e blocos não sejam espeleotemas, também compõem o endocarste, onde este processo pode estar associado a criação de cúpulas de dissolução também citados pelo autor. Estes blocos podem ser recobertos por precipitados e servir de base para a formação de um novo espeleotema.

Enquanto as feições supracitadas referem-se a processos físicos, a dissolução é um processo químico que ocorre em maior ou menor quantidade em todas as rochas, mas acentuadamente naquelas ricas em carbonatos.

Os *honeycombs* (também chamados de alvéolos) se dão ao longo das fraturas de corpos rochosos, sendo originados ainda na fase pré-colapso dos blocos pelo intemperismo químico (MAIA et al, 2022). Normalmente ficam expostos em paredes de grutas, cavernas e tafoni, mas no caso das encontradas na Casa de Pedra, as feições estão nos blocos individualizados que já

caíram, o que indica que estas mesmas feições poderiam estar presentes em outras áreas, mas foram cobertas por feições de escoamento.

CONCLUSÕES

A criação da unidade de conservação foi um importante passo em direção à geoconservação da área, a publicação do plano de manejo por parte do IDEMA é urgente para que ações futuras se deem de maneira consorciada com o desenvolvimento sustentável.

Fica clara a necessidade da preservação das formas cársticas encontradas na MONA Martins, tendo em vista que sua degradação será irreversível no tempo de vida humano, pois embora possa ser degradado rapidamente, estas formas representam milhares de anos de trabalho em um paleoambiente.

As cavernas representam um importante sítio de interesse científico, com feições singulares para o contexto regional que auxiliam no entendimento da evolução e gênese de relevos cársticos, bem como nas mudanças ambientais experimentadas na região ao longo do tempo geológico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pela colaboração da equipe do GEOPAS/UFRN (Grupo de Estudo em Geomorfologia e Paisagens Semiáridas) pelo apoio nas atividades de campo e na elaboração do trabalho. Agradecemos ao LAGESA/UFRN (Laboratório de Geomorfologia e sedimentologia Aplicada) pela infraestrutura oferecida. Por fim, agradecemos também os revisores e editores pelas sugestões e melhorias no trabalho.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Frederico de Holanda; MAIA, Rubson Pinheiro; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes. **Geografia: Geomorfologia**. Fortaleza – Ceará: 1ª edição, 2019.

BRASIL. **Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008**. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional., Brasília, 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

CAVALCANTI, J.A.D.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.. Estudo da evolução dos coralóides botrioidais da Gruta Tamboril, Unaí, Minas Gerais. In: RASTEIRO, M.A.; PEREIRA-FILHO, M. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 24, 1997. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.49-52. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais24cbe/24cbe_049-052.pdf>. Acesso em: 28 de jan. 2024.

CHRISTOPHERSON, R. W.; BIRKELAND, G. H. **Geossistemas: uma introdução a Geografia Física**. 9.ed., 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CPRM -Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Martins, estado do Rio Grande do Norte. CPRM/PRODEEM, Recife /PE, 2005

GILLI, E. **Karstology: karst, caves and springs**. New York: CRC Press, 2015. 254p.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. Monumento Natural Cavernas de Martins - (MONA Martins). 30 nov. 2023. Disponível em: <http://idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=294259&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=MONA+Martins>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MAIA, R. R.; BASTOS, F. H.; WALDHERR, F. R.; NASCIMENTO, M. L. A.; AULER, A. S. Breves considerações sobre tafoni em inselbergs: aspectos genéticos e morfoestruturais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 1792–1811, 2022. DOI: 10.20502/rbg.v23i4.2090. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2090>. Acesso em: 29 jan. 2024

MEDEIROS, J. F.; CESTARO, L. A.; QUEIROZ, L. S. CARATERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA SERRA DE MARTINS – RN. **Revista de Geociências do Nordeste, Caicó**, v.7, n.2, p. 1-15, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/21397>. Acesso em 26/01/2024.

MOURA, P. E. F. Evolução Geomorfológica do relevo cárstico do município de Martins-Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2017.

MOURA, P.E.F. et al. Espeleometria e descrição do endocarste da Casa de Pedra de Martins-RN. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.217-222. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe217-222.pdf>. Acesso em 26/01/2024.

QUEIROZ, L. S. et al. Cobertura da Terra e a Vegetação Natural no Complexo Serrano Martins-Portalegre, RN. **Geosul**, Florianópolis, v. 37, n.83 - Dossiê de Biogeografia, p. 92-116, out. 2022.

RIO GRANDE DO NORTE, **Decreto nº 31.754**, de 28 de julho de 2022. Cria o Monumento Natural Cavernas de Martins e dá outras providências. Palácio de Despachos de Lagoa Nova, em Natal/RN, 2022. Acesso em: 25 nov. 2024.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3. Ed. Tasmânia: Parks & Wildlife Service web site, 2002

TRAVASSOS, L. E. P. **Princípios de Carstologia e Geomorfologia Cárstica**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: ICMBio, 2019. 242p.

TRAVASSOS, L. E. P.; RODRIGUES, B. D.; TIMO, M. B. **Glossário conciso e ilustrado de termos cársticos e espeleológicos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2015. 65 p. (ISBN 978-85-8239-032-0)