

GEODIVERSIDADE E SEUS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: INTERAÇÕES EM LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO NA APA CAVERNA DO MAROAGA - AMAZONAS

Armando Brito Da Frota Filho¹

Raimundo Humberto Cavalcante Lima²

INTRODUÇÃO

A Geodiversidade é a variabilidade natural dos elementos abióticos como geologia (minerais, rochas e fósseis), geomorfologia (relevo, topografia), solos (classes de solos) e hidrografia (aquíferos, nascentes e rios) e seus processos que geram e alteram a paisagem, sendo o suporte para vida na Terra (Gray, 2013; Meira E Silva, 2021). Esse conceito e seus derivados como geoconservação, patrimônio geológico, geoturismo, têm sido instrumentos poderosos para a disseminação do conhecimento no campo das Geociências, Geologia e Geografia principalmente, além de suscitar a preservação e conservação desses elementos.

Autores como Gray (2013), Silva *et al.* (2018) e Nascimento *et al.* (2020), entre outros, trazem a esta seara que estes elementos da Geodiversidade provem serviços e bens que são usados tanto pelo ecossistema, numa perspectiva mais natural, como são úteis à sociedade também, direta ou indiretamente. A vegetação é notoriamente e seus serviços ecossistêmicos são notoriamente conhecidos, contudo faz-se necessário indagar quais os serviços a geodiversidade proporciona, para então qualificar e quantificar.

Tendo como base essa discussão, objetivou-se analisar a relação da Geodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos Local de Interesse Geológico (LIG) na APA Caverna do Maroaga, município de Presidente Figueiredo, Amazonas.

Área de estudo

A APA (Área de Preservação Ambiental) do Maroaga (FIGURA 1) inserido no

¹ Doutor em Geografia pela UFRJ, Pós-doutorando em Geologia pela UFAM, Professor colaborador do Programa de Pós Graduação em Geociências (PPGGEO). da UFAM Professor Formador da Divisão de Desenvolvimento Profissional do Magistério - DDPM/SEMED.

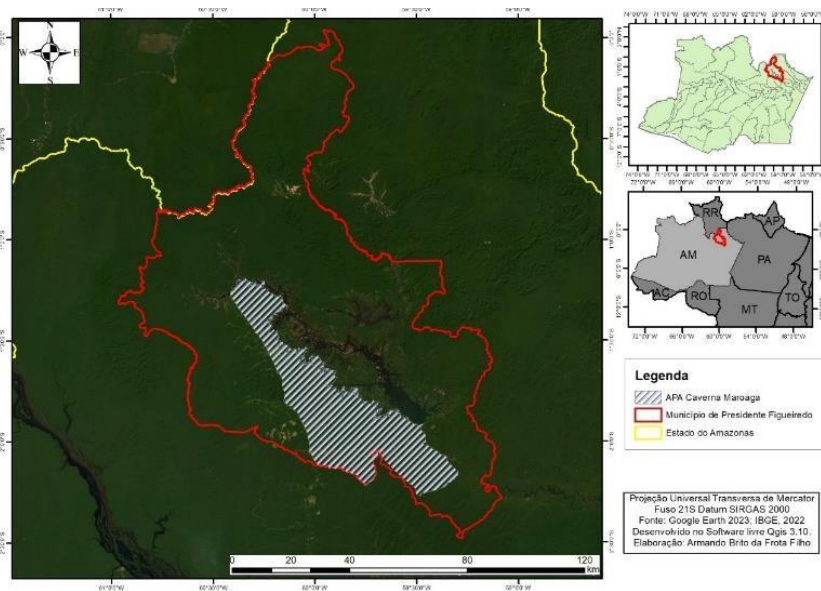
. armandofrota.filho@gmail.com
² Professor associado III do Magistério Superior da UFAM, pertence ao colegiado do curso de Graduação em Geologia (ICE/UFAM). Na pós-graduação, é professor permanente do curso de Geociências (PPGGEO).

humbertoclima@ufam.edu.br

município de Presidente Figueiredo, a 107 km da capital do estado do Amazonas, apresenta duas grutas: Gruta do Maroaga e Gruta da Judeia, aqui tratadas como Locais de Interesse Geológico.

Quanto à geologia e geomorfologia do local, Luzardo (2012) descreve que a gruta do Maroaga está em uma encosta de aproximadamente 30m de altura, formada por camadas horizontais de quartzo-arenito, com estratificação plano-paralela pertencentes à Formação Nhamundá, sofrendo processo erosivo causado pela água, dando origem a grutas, lapas e abrigos.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo – APA Caverna do Maroaga.



Org: Autores, 2024.

No que se refere aos aspectos Geológico-geomorfológicos a área dos Locais de Interesse Geológico, Luzardo (2012) explana que é composta por camadas horizontais de quartzo-arenito pertencentes à Formação Nhamundá. Essas possuem estratificação plano-paralela e têm sido modeladas por processos erosivos causados pela água, que deram origem a grutas, lapas e abrigos na região. Silva (2007) explica que essa formação sofreu dissolução química em razão da estabilidade da zona freática intensificada pela ação dos ácidos húmicos, associados à densa floresta tropical, favorecendo o desenvolvimento de cavernas em quartzarenitos controlados por antigas estruturas.

A galeria da Gruta do Maroaga está em uma encosta com cerca de 30 metros de altura, com uma pequena queda d'água, a galeria principal da gruta estende-se por aproximadamente 300 metros e se ramifica em várias galerias secundárias (Luzardo,

2012). O teto dessas galerias é arqueado, enquanto o piso é coberto por depósitos de areia acumulados pela água que flui das paredes internas. Esse fluxo remove os grãos da rocha e cria um pequeno rio subterrâneo.

METODOLOGIA

Para identificar os serviços ecossistêmicos, foram realizados trabalhos de campo *in loco*, associados a levantamentos de dados secundários das características geológico-geomorfológicas, pedo-climáticas e vegetais da área, com intuito de observar e compreender os serviços ecossistêmicos dos aspectos da Geodiversidade, e utilizou-se a classificação de Gray (2013) para geodiversidade apresenta um valor (intrínseco) e presta à sociedade e o classifica esses serviços em cinco: Regulação, Suporte, Provisão, Cultural e Conhecimento; e 25 bens e processos:

Serviço de suporte: Processos do solo, Sepultamento e armazenamento, Habitat e Plataforma.; **Serviço de provisão:** Materiais de construção, Minerais industriais, Produtos ornamentais, fósseis e Gemas, Combustível, terapêuticos (saúde), Alimentação e bebida.; **Serviço de conhecimento:** Educação e emprego, História da pesquisa, História da Terra, Monitoramento ambiental e Geoforenses.; **Serviço de regulação:** Controle de inundação, Qualidade da água, Processos terrestres e Processos atmosféricos e oceânicos. **Serviço cultural:** Geoturismo e lazer, Inspiração artística, Qualidade ambiental e Significado cultural, espiritual e histórico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação qualitativa da geodiversidade segundo os serviços ecossistêmicos, proposta por Gray (2013), dispõe do valor intrínseco como único, sendo que dele derivam os serviços, os bens e os processos. Assim, todos os elementos abióticos presentes nos Locais de Interesse Geológico na APA do Maroaga apresentam valor intrínseco, a qual transcende o julgamento humano quanto ao potencial de uso.

Serviços de suporte

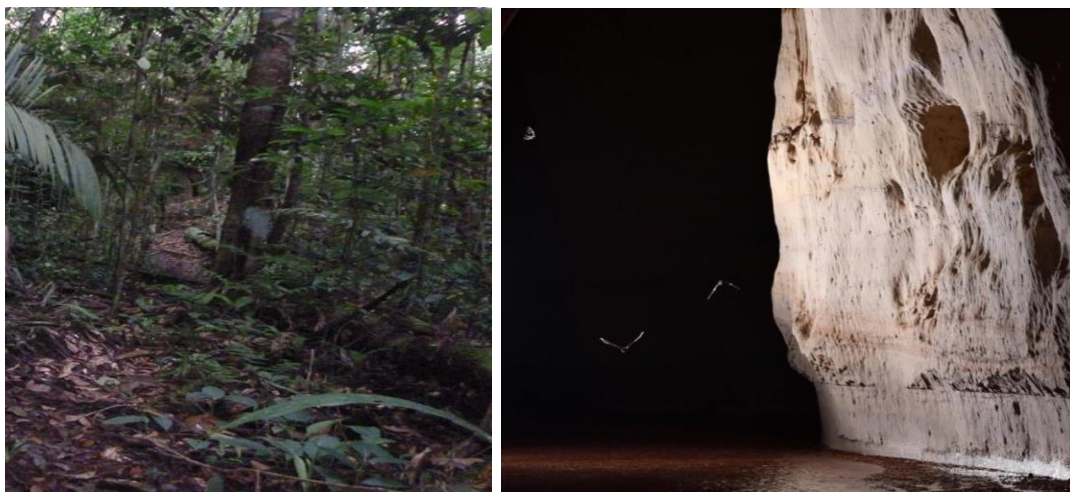
O serviço de suporte, compreendem substratos aqueles que permitem ou possibilitam as condições de vida e de processos associados, tanto de caráter abiótico como biótico. Segundo autores como Nascimento et al., (2020) “inclui as atividades antrópicas nas quais algum elemento abiótico é utilizado pelo ser humano como base paraseu desenvolvimento” e Brilha *et al.* (2018) abarcam o desenvolvimento social.

Nesse sentido, os LIG Caverna do Maroaga e LIG Gruta da Judeia apresentam

como serviço de suporte os processos de formação dos solos, plataforma e na configuração de habitats. Os solos predominantes são o Latossolo e Argissolo, ambos definidos como solos profundos e que por consequência suportam vegetações frondosas, como a Floresta Ombrófila Densa (Figura 2A) e altas taxas de matéria orgânica.

Outro serviço de suporte, especificamente dos bens de configuração de habitats que a área fornece advém das características geológicas e espeleológicas, com a formação de grutas e Cavernas, como observado na figura 2 que exhibe a presença da fauna nativa (morcegos) que habitam no interior da Caverna do Maroaga (Figura 2B).

Figura 2 – A) Vegetação Ombrófila Densa na APA Caverna do Maroaga. **B)** Interior da Gruta do Maroaga com fauna nativa no interior da gruta.



Fonte: André Zumak, 2015.

Serviços de provisão

O serviço de provisão ressalta o imenso valor da geodiversidade como uma fonte de matéria-prima para a sociedade, podendo-se estabelecer uma relação direta entre esses serviços dos recursos abióticos e dimensão monetária (Nascimento *et al.*, 2020). A área de estudo em questão está localizada na APA Caverna do Maroaga, que integra o Sistema Nacional de Unidades de Conservação sob o regime de uso sustentável. Embora haja a possibilidade de utilização dos recursos, a exploração intensa não é permitida.

De acordo com o plano de manejo da área, o uso é restrito a atividades como trilhas e ecoturismo, portanto o bem que os LIGs contribuído a para a saúde (terapêutico) e bem-estar através do contato com a natureza.

Serviços de regulação

O serviço de regulação refere-se ao papel da geodiversidade e de seus elementos na manutenção do equilíbrio das condições ambientais, seja do ar, da água e dos solos, enquanto o controle natural em todo o planeta, sendo esse um serviço é crucial para a estabilidade ambiental (NASCIMENTO *et al.*, 2020).

No que concerne aos processos terrestres, os dois LIGs apresentam potencialidades, visto que os solos profundos da área, Latossolos e Argissolos, atuam enquanto armazenadores de carbono, que opera por meio de processos bióticos no seu interior. E que associada a topografia local, há o controle de inundações. Os processos atmosféricos enquanto bens dos serviços de regulação influem no ciclo da água, no caso dos LIGs há o desenvolvimento de cursos hídricos.

Serviços de conhecimento

Conforme Nascimento *et al.* (2020), o serviço de conhecimento evidencia a importância científica dos aspectos da geodiversidade, especialmente no contexto das Geociências (Geologia e Geografia). Esse serviço reflete o valor dos elementos abióticos da natureza para a pesquisa e compreensão científica. Os LIGs da APA Caverna do Maroaga estão associados a quatro bens e processos essenciais: História da pesquisa, História da Terra, Monitoramento ambiental, Educação e emprego.

Quanto a história da Terra, os LIGs Caverna do Maroaga e a Gruta da Judéia exemplificam a morfogênese e evolução da área, como explica Silva (2007), apresentam a particularidade do complexo sistema “pseudocárstico” relatado como província espeleológica Alto Urubu-Uatumã desenvolvida nas bordas de platôs, incluída na unidade geomorfológica Platô da Bacia Sedimentar do Amazonas associadas as cachoeiras encaixadas em falhas normais que completam o quadro pseudocárstico da região.

No que se refere a História da Pesquisa, a área de estudo é alvo de pesquisas (de diversos campos do conhecimento (Geologia, Geografia, Biologia, História, Turismo etc), tanto no aspecto hidrogeológico como observado em trabalhos de Karmann (1986) sobre a caracterização geral e aspectos genéticos da gruta arenítica Refúgio do Maroaga. As grutas dos LIGs, são áreas de estudo para trabalhos sobre microclima (NASCIMENTO e MOLINARI, 2012) e fauna de cavernas, a diversidade de grupos, densidade populacional e associação com o guano de morcegos (PINHEIRO, 2002). Tais pesquisas exemplificam também a possibilidade de monitoramento ambiental da área.

A APA Caverna do Maroaga é alvo de trabalhos de campo e visitas técnicas de vários cursos, como Geografia, Geologia, Ciências Naturais e Biologia de Instituições de

Ensino Superior do Amazonas, devido a sua singularidade, e por se tratar de uma Unidade de Conservação e a beleza cênica do local. Por se tratar de uma área que tem como base o ecoturismo e as trilhas, os comunitários têm parte da sua fonte de renda tal atividade.

Serviços culturais

Nascimento *et al.* (2020) classificam os serviços culturais como conectivos entre os aspectos da Geodiversidade com a às comunidades ao seu redor, muitas vezes integrando-os ao imaginário, história e à identidade local. A presença desses elementos na paisagem não só enriquece o sentido de pertencimento das pessoas, mas também está associada à prática de atividades de lazer que ocorrem no ambiente geodiversificado.

Considerando o que explica Silva e Nascimento (2017) acerca dos significados culturais, espirituais e históricos, os autores explicam que a diversidade dos elementos abióticos constituintes de um local, propiciam benefícios psicológicos ou fisiológicos para o ser humano, de forma não material. O que nos traz aos significados culturais e históricos desse local, cujo nome deriva do grande chefe e guerreiro indígena Maroaga, do povo Waimiri-Atroari, que usou a caverna como um esconderijo contra os militares, que queriam construir uma estrada nesta área, na década de 1970 (MUNHOZ, 2010).

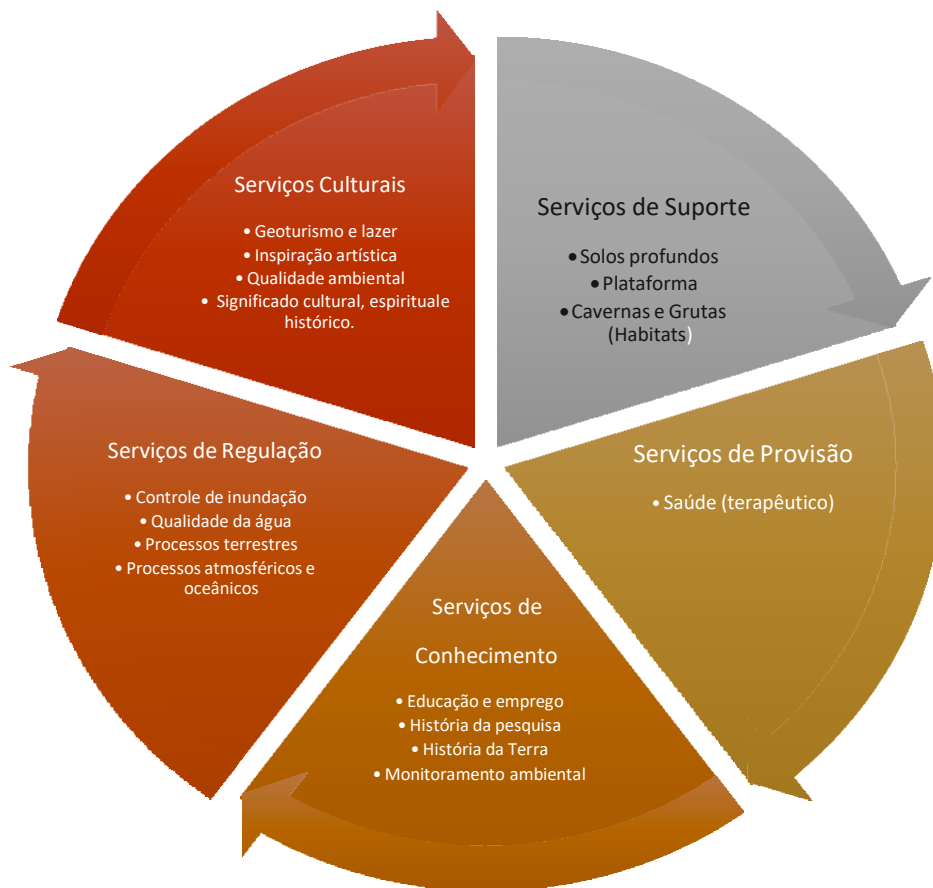
No que tange ao lazer os dois LIGs são amplamente conhecidos e são parte integrante e fundamental de quem faz a visita as trilhas da APA Caverna do Maroaga, sendo um ponto turístico do estado do Amazonas. O que se deve discutir é a infraestrutura das trilhas e mesmo o acesso à esses dois pontos. Isso se desdobra enquanto inspiração artística visto os dois pontos, porém mais especificamente a Caverna do Maroaga, são pontos utilizados para ensaios fotográficos.

A figura 4 sintetiza os serviços, bens e processos ecossistêmicos prestados pelos elementos da geodiversidade presentes nos LIG Caverna do Maroaga e LIG Gruta da Judeia na APA Caverna do Maroaga. Como os dois pontos são próximos, os serviços e bens que ambos prestam são semelhantes, por estarem na mesma formação geológica.

Observa-se que há variedade de serviços e bens que a geodiversidade prove na área, e isso intensifica-se ao reconhecer que serviços bióticos somente são possíveis devido aos aspectos abióticos, em especial do serviço de suporte.

Figura 3 – Síntese dos serviços, bens e processos ecossistêmicos prestados por elementos da geodiversidade dos Locais de Interesse Geológico da APA Caverna do Maroaga segundo proposta de

Gray (2013)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A área, por ser uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável apresenta certo grau de proteção, como pode ser observado pela caracterização da área de estudo, contudo o que se percebe é que o aspecto biótico foi o grande definidor do que é a APA Cavernado Maroaga. Contudo, apesar da área ser amplamente conhecida e estudada, os aspectos abióticos são pouco aprofundados nas discussões, em especial, no que se trata dos serviços ecossistêmicos da Geodiversidade. Que por sua vez exemplifica a necessidade de mais estudos sobre o tema, com intuito de fundamentação para planos de gestão e mesmo leis com viés de valorização dos aspectos da geodiversidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos da Geodiversidade e seus serviços ecossistêmicos apesar de pouco notados no cotidiano, são de suma importância na manutenção do ecossistema e da sociedade como um todo. Observa-se é que um elemento da Geodiversidade pode

influenciar mais de um serviço ou bem, como exemplo é a Carverna serve simultaneamente como um serviço de suporte, com um bem de Habitat, e como serviço de conhecimento com bens de História da Terra, História da Pesquisa, Educação e Emprego, além de serviço cultural, com bens Geoturismo, Lazer e Inspiração artística.

Uma forma espeleológica que por muito visitante é tida apenas com mais um ponto na trilha, e local para *self*, na verdade apresenta-se com diversos serviços e bens para o ecossistema e sociedade. A qualificação e apresentação desses dados podem auxiliar na redimensionalização e reclassificação da Unidade de Conservação, pensando-se como estes aspectos podem ser mantidos, ou pelo menos incluído no plano de manejo existente.

Sendo importante refletir e considerar a biota e as comunidades locais, e como estas podem ser atingidas pela depredação, degradação ou destruição elementos da Geodiversidade e seus serviços ecossistêmicos associados.

É importante salientar que a pesquisa teve intuito sistematizar de maneira preliminar enquanto etapa para estudos mais aprofundados sobre como as características da geodiversidade e suas influências nos serviços ecossistêmicos, bens e processos associados.

REFERÊNCIAS

BRILHA, J.; GRAY, M.; PEREIRA, D. I.; PEREIRA, P. Geodiversity: an integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature.

Environmental Science and Policy, v. 86, p. 19-28. 2018

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2013. 495p.

KARMANN, Ivo. Caracterização geral e aspectos genéticos da gruta arenítica Refúgio do Maroaga, AM-02. **Espeleotema**, v. 15, p. 9-18, 1986.

NASCIMENTO, Andre Zumak Azevedo; MOLINARI, Deivison Carvalho.

Caracterização microclimática preliminar da Gruta do Maroaga: município de Presidente Figueiredo (AM). **Revista GeoNorte**, v. 3, n. 5, p. 792–803-792–803, 2012.

MUNHOZ, Antonia Neidilê Ribeiro Ecoturismo, Políticas Públicas e Planejamento Participativo e Comunitário no Município de Presidente Figueiredo, no Estado do Amazonas. Manaus: UFAM, 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado) — Programa De Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPG/ CASA, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

- NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, M. L. N.; MOURA-FÉ, M. M. Os Serviços Eossistêmicos em Geossítios do Geopark Araripe (CE), Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p. 119-132, 2020.
- MEIRA, Suedio Alves; DA SILVA, Edson Vicente. Índice de geodiversidade do parque nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, p.35-40, 2021.
- PINHEIRO, Rosângela Maria da Silva. Invertebrados Terrestres e Aquáticos da Caverna Maruaga em Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil. **XI Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA**, 2002.
- SANTOS JUNIOR, Aldemir Pereira dos; LIMONGE, Jesseneide Pereira. "Turismo espeleológico na Amazônia: estudo de caso da Caverna do Maroaga em Presidente Figueiredo, ano 2006." *Revista Acadêmica Observatório de Inovação do Turismo* 2.4 2008.
- SILVA, Marco Antônio Lima. Avaliação Arqueo-Espeleológica das cavernas da Raiz, Raio, Onça e Batismo do município de Presidente Figueiredo – Amazonas/ Dissertação de Mestrado em Geociências (Área de concentração: Geologia Ambiental) Manaus, UFAM, 2007.
- SILVA, M.; NASCIMENTO, M. A. O sistema de valoração da geodiversidade com enfoque nos serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 14, n. 1, p. 79-90, 2 maio 2018.
- SILVA, M.L.B; MANSUR, Kátia Leite; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite. Serviços ecossistêmicos da natureza e sua aplicação nos estudos da geodiversidade: umarevisão. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 699-709, 2018
- SILVA, Marco Antônio Lima da. Avaliação arqueo-espeleológica das cavernas da Raiz, Raio, Onça e Batismo do município de Presidente Figueiredo - Amazonas. 2007. 87 f.
Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.