



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



FERREIRA, Alexandra Samira Câmara¹;

CANELA, Alice de Castro²;

CUNHA, Marceonila Marcela Bezerra da³;

GRIGIO, Alfredo Marcelo⁴

Agradecimentos ¹

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As cavidades naturais subterrâneas são reconhecidas como Patrimônio Mundial segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2008), onde seus ecossistemas são considerados frágeis; contendo muitas vezes além do corpo rochoso, conteúdo mineral e hídrico, flora, fauna, sítios paleontológicos e arqueológicos. Segundo o Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico do Brasil de 2020 (ICMBio, 2021), o país possui 21.505 cavidades naturais e o Estado do Rio Grande do Norte possui 1.284 cavidades naturais. O nosso Estado constitui uma das maiores exposições de rochas carbonáticas do Brasil, além da presença de feições cársticas, como cavernas, dolinas e fraturas dissolvidas. Onde mais de 90% das cavidades ocorrem em rochas carbonáticas da Formação Jandaíra; 6,04% em mármore da Formação Jucurutu; 2,31% em rochas graníticas e, cerca de 0,18%, em arenitos (CRUZ et. al., 2010; RODRIGUES, 2020). Diante dos aspectos da Geodiversidade, Biodiversidade e Regulação que envolvem as cavidades naturais subterrâneas, visando a importância da manutenção destes patrimônios naturais e a análise minuciosa da viabilidade ambiental em processos de licenciamento ambiental de empreendimentos; o

1

¹Gestora Ambiental, Especialista em Educação, Auditoria e Perícia Ambiental, bolsista no convênio da FUNCITERN com o IDEMA. E-mail: alexandra.samira@outlook.com

²Bióloga e Gestora Ambiental, bolsista no convênio da FUNCITERN com o IDEMA. E-mail: alicebio@gmail.com

³Geóloga, bolsista no convênio da FAPERN. E-mail: marceonila.cunha@gmail.com

⁴ Professor da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – e bolsista– coordenador científico da FUNCITERN.

*Este artigo é um dos produtos do Projeto Institucional de Inovação e Modernização na Gestão do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), financiado pelo IDEMA e objeto do Acordo de Cooperação Técnica-Científica nº02/2020 com a Fundação para o Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do RN (FUNCITERN) e Acordo de Cooperação Técnica-Científica nº 11/2020, celebrado com a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN). Agradecemos a todos pela oportunidade de expor nossos conhecimentos, e na busca contínua de nos aperfeiçoar.



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



estudo vem por contribuir com a inter e intra relação entre o licenciamento ambiental e os Sistemas Cársticos Subterrâneos.

CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

A Convenção do Patrimônio Mundial reconheceu a geodiversidade desde o início de seu trabalho (UNESCO, 1972). A União Internacional para a Conservação da Natureza, ao realizar seu trabalho de Gestão sobre o Patrimônio Mundial, coopera com uma série de organizações especializadas focadas em Ciência da Terra, incluindo a União Internacional de Ciências Geológicas, a Associação Internacional de Geomorfólogos e a União Internacional de Espeleologia. Onde as cavidades naturais subterrâneas são consideradas bens do Patrimônio da Geodiversidade e Biodiversidade Mundial e inseridas no Sistema de Categorias de Gestão de Áreas Protegidas, sendo classificadas como Monumento Natural (IUCN, 2008).

No Brasil, a lei é clara: “As cavidades naturais subterrâneas são consideradas bens da União. Onde constituem um ecossistema sensível, em que pequenas alterações podem causar ameaças sérias à sua integridade” e “Constituem patrimônio cultural brasileiro”; nos termos da ²Constituição Federal” (BRASIL, 1988, p. 19 e 176). Demais deliberações legais ao longo do tempo nortearam a importância na conservação deste Patrimônio, criando setor específico com a finalidade de conservação e gestão do Patrimônio Espeleológico, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, ligado ao Instituto Chico Mendes. Dessa forma, as áreas com ocorrência de cavidades naturais subterrâneas estão inseridas no Plano de Ação Nacional para a Conservação nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco (Portaria MMA n° 358 de 30/09/2009 - ICMBio).

O Estado do Rio Grande do Norte atrai empresas à procura da extração mineral, assim como, outras atividades econômicas em que na fase de instalação acarreta danos irreparáveis ao Bioma da Caatinga, e conseqüentemente, às cavidades naturais subterrâneas. Diante dos aspectos da Geodiversidade, Biodiversidade e Regulação, da manutenção destes patrimônios e na análise minuciosa nos processos de licenciamento; vale destacar a importância de apresentação de estudos em formato de diagnóstico. A fim de obter dados de geoespeleologia, bioespeleologia e mapeamento topográfico de detalhe. E assim caracterizar o ecossistema cavernícola nos âmbitos local e regional. E com esse conjunto de informações definir uma área de influência externa que possa garantir a preservação do sistema cavernícola. E conseqüentemente, um processo de licenciamento ambiental eficiente e eficaz.

FORMAÇÃO DE CAVERNAS E DOLINAS

As cavernas são cavidades naturais com ocorrência bastante comum e podem ser originárias de tipos distintos de rochas. Segundo White e White (2013),



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



a formação carste é o tipo de paisagem na qual a dissolução química predomina sobre os processos mecânicos, os mesmos afirmam que as rochas que apresentam mais de 15-20% de componentes insolúveis raramente desenvolvem feições cársticas. Pelas estimativas dos autores supracitados os terrenos com embasamento cristalino onde predominam rochas duras como granito, gnaisses não seriam apropriados para o desenvolvimento de cavernas, entretanto na literatura há ocorrência de cavernas nos mesmos. Portanto, para evitar equívocos morfogênicos adotou-se a interpretação de Andreychouket *al.* (2009) na utilização dos termos carste tradicional ou carste não-tradicional para fazer a diferenciação entre o carste desenvolvido em carbonatos (tradicional) dos que são desenvolvidos em outras litologias (não-tradicional).

Chama-se atenção para o fato que a mera presença de uma cavidade natural subterrânea não constitui subsídio suficiente para qualificar uma área como sendo um sistema cárstico. É necessário realizar uma gama de estudos detalhados, para que sejam estabelecidas as relações evolutivas entre superfície e o subterrâneo. (Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2021). Os terrenos cársticos costumam conter rios que eventualmente tornam-se subterrâneos quando adentram sumidouros. Outras feições comuns nos carstes são as depressões circulares no terreno denominadas dolinas. As dolinas atuam como sítios de captação dos fluxos de águas superficiais que normalmente são acesso aos sistemas cavernícolas. (Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2021). Constituída por um sistema de canais horizontais e/ou verticais, fraturas e estruturas geológicas de variações irregulares, as cavernas formam um complexo sistema de condutos de excepcional beleza cênica, onde a ação da água, em algum momento do tempo geológico e por meio de diferentes processos, dissolveu a rocha matriz. (ICMBio, 2021).

A quantidade substancial de água nos condutos subterrâneos muitas vezes com dimensões imperceptíveis e inacessíveis à exploração humana constituem grandes aquíferos com relevância hidrogeológica alta, devido à vulnerabilidade à impactos ambientais naturais e mais ainda aos impactos antrópicos. (Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2021). A presença da água também é de suma importância para a morfologia cavernícola uma vez que os fluxos de água são responsáveis pela formação dos “temas” feições oriundas da dissolução da rocha pelos fluxos de soluções aquosas no interior das cavernas. Estas feições são denominadas espeleotemas e para além da beleza cênica a composição química de alguns espeleotemas são elementos usados para recompor o paleoclima e janelas para o entendimento para o clima atual. (Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2021).

GEODIVERSIDADE CAVERNÍCOLA

A geodiversidade refere-se à variedade dos elementos geológicos e físicos da natureza, como minerais, rochas, solos, fósseis, formas de relevo, e processos geológicos e geomorfológicos ativos. Juntamente com a biodiversidade, a geodiversidade constitui a diversidade natural do planeta terra, assim como o



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



sistema cavernícola. A vasta geodiversidade cavernícola ocorre em escalas milimétricas a métricas alguns temas representativos são: dutos de dissolução - feições que evidenciam a ação da água na formação de cavidades; alvéolos - cavidades formadas nos tetos, paredes com formas arredondadas; espeleotemas diversos e seus tempos de formação variam bastante dependendo de fatores como volume de água circulante, teor de CO₂ na água, velocidade de gotejamento. Alguns exemplos de espeleotemas são: stalactite – tema formado no teto da caverna a partir da dissolução da rocha e reprecipitação mineral, estalagmite – tema igualmente formado a partir da dissolução da rocha e reprecipitação mineral no piso da caverna, couve-flor – tema formação pela remobilização mineral em forma botrioidal similar a um couve-flor nas paredes e teto da caverna. (BRILHA, 2014, DANTAS *et al.* 2013).

BIODIVERSIDADE E ECOLOGIA CAVERNÍCOLA

No tocante a preservação ambiental das cavidades e cavernas, estas merecem uma atenção especial pois apresentam elementos inter-relacionados, que vão além da valorização do patrimônio natural, abrangendo o meio abiótico e biótico, que devem caminhar lado a lado como forma de manter as integridades físicas e o equilíbrio ecológico, como direciona a Resolução CONAMA n.º 347/2004 (BRASIL, 2004).

A cobertura vegetal tende a proporcionar condições microclimáticas ótimas, tanto externa como interna das cavernas, garantindo assim a biodiversidade destes ambientes oligotróficos e a sucessão de espécies animais que habitam os ambientes cavernícolas, que se distribuem de acordo com disponibilidade nutricional, como informa o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (ICMBIO/CECAV, 2019).

Segundo Araújo *et al.* (2017), nas entradas cavernícolas, por ter maior luminosidade e umidade ideal, e a vegetação encontrada é de porte arbustivo/arbóreo, sendo visitados por *trogloxenos*, que utilizam cavernas como locais de abrigo, reprodução ou alimentação, mas que dependem de saídas periódicas ao meio *epígeo* para completar seus ciclos de vida. Nas primeiras etapas do interior das cavidades, encontra-se o meio intermediário de luminosidade, temperatura e umidade, encontram-se os *troglófilos*, que podem desenvolver todo o seu ciclo de vida tanto no meio interno como no meio externo, são bem generalistas quanto a sua distribuição nas zonas ambientais de uma caverna.

Já no interior propriamente dito do ambiente cavernícola, vai aumentando a estabilidade quanto a temperatura ambiental e reduzindo a luminosidade, nesta fase surgem os *troglobios*, que são totalmente intrínsecos a este ambiente, que desenvolveram evolutivamente aptidões anatômicas, fisiológicas e comportamentais exclusivas (FERREIRA, *et al.* 2010). Além disso, conforme Grupo Bambuí (2009), estes possuem capacidade de resistência ao jejum, elevada capacidade de armazenamento de nutrientes, fraca resistência à desidratação, alta sensibilidade química e mecânica e poupança energética, com baixo metabolismo,



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



ciclo longo de vida e produção de poucos ovos. Sendo importante mencionar que no interior das cavernas, além dos *troglóbios*, também estão presentes algumas bactérias quimioautotróficas, fungos, algas e bactérias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É visto que no Brasil, o estudo do ambiente cavernícola é ainda incipiente, quando comparado a outros países. O que demonstram lacunas de conhecimento existentes, impedindo uma visão holística dos grandes padrões que regem o funcionamento e a estruturação das comunidades cavernícolas brasileiras, como menciona Ferreira (2009). Das 21.505 cavidades naturais existentes no Brasil, 3.935 cavidades estão presentes no Bioma da Caatinga e 1.284 cavidades no Estado do Rio Grande do Norte, ocupando o 4º lugar em quantidade de cavidades naturais no país (ICMBio, 2021).

Os números acima elencados mostram que é de suma relevância estudar o ambiente cárstico para que sua preservação seja garantida. Portanto, para um bom licenciamento ambiental se faz necessário uma análise detalhada das cavernas através da multidisciplinaridade. Foi visto que a biodiversidade cavernícola está inter-relacionada com os aspectos e fatores exógenos abióticos, como a temperatura, a umidade e a luminosidade. E que apesar da sua especificidade são ambientes que carregam uma riqueza de espécies expressiva.

REFERÊNCIAS

ANDREYCHOUK, V.; DUBLYANSKY, Y; EZHOV, Y; LYSENIN, G. **Karst in the Earth's Crust: its distribution and principal types**. Poland: University of Silesia/ Ukrainian Academy of Sciences/ Tavrichesky National University- Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, 2009.

ARAÚJO, et al. **Fauna cavernícola e os impactos ambientais ao patrimônio espeleológico do município de Martins**, Rio Grande do Norte, Brasil. SBE – Campinas, SP. Espeleo-Tema. v.28, n.2. 2017.

BRASIL. Constituição (1988): **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988**. Disponível em: [Constituição \(planalto.gov.br\)](http://planalto.gov.br) . Acesso em: 29 de setembro de 2021.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA n. 347, de 10 de setembro de 2004. Brasília: DOU, 2004.

BRILHA J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage Editores, Viseu, 2005.



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



190p.CAVALCANTI, L. C. S. Cartografia de Paisagens: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

DANTAS, M. E.; TEIXEIRA, S. G. **Origem das Paisagens**. In: JOÃO, X. S. J. Geodiversidade do Estado do Pará. Belém: CPRM, 2013.

FERREIRA, R.L., PROUS, X., BERNARDI, L. F. O. e SOUZA-SILVA, M. **Fauna subterrânea do estado do Rio Grande do Norte: caracterização e impactos**. Revista Brasileira de Espeleologia, Vol. 1. N.1, 2010.

GRUPO BAMBUÍ DE PESQUISAS ESPELEOLÓGICA. **Bioespeleologia**. <http://www.bambui.org.br/espeleologia.htm>. Acesso em: 14/10/21.

«IUCN - **União Internacional para Conservação da Natureza**». www.iucn.org. Acesso em: 29 de setembro de 2021.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Josy Brandão Cruz e Luís Beethoven Piló. Brasília: ICMBIO, 2019. Disponível:

<https://www.icmbio.gov.br/cecav/publicacoes/24-curso-de-espeleologia-e-licenciamento-ambiental.html>. Acesso em: 14/10/2021.

«Ministério do Meio Ambiente». www.icmbio.gov.br. **Anuário Estatístico do Patrimônio Espeleológico Brasileiro 2020**. Acesso em: 29 de setembro de 2021.

«SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA», <https://www.cavernas.org.br/geoespeleologia/> Acesso: 14 de outubro de 2021.

WHITE, W.B.; WHITE, E.L. **Karst landforms: scope and processes in the early twenty-first century**. In: SHRODER, J.; FRUMKIN, A. (Ed.). Treatise on geomorphology. San Diego (CA): Academic Press, 2013. p. 14-22 (Volume 6, Karst Geomorphology).

SILVA, José Antônio. **A cidade que dorme: uma visão alternativa**. Natal: EDITORA TAL, 2018.

SOUZA, Maria Antônia. Era uma vez na cidade. (33-44). In: Silva, José Antônio. **A cidade que dorme: uma visão alternativa**. Natal: EDITORA TAL, 2018.

SILVA, José Antônio. A cidade adormecida. RBEUR – **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v.12, n.3, 78-91, 2018.