

ENTRE ESTALACTITES E ESTALAGMITES: O PAPEL DAS CAVERNAS NAS AÇÕES DE GEOEDUCAÇÃO NA SERRA DA BODOQUENA/MS

Anelise Aparecida Trindade da Silva¹
Jordana Vitória da Silva Santana²
Cristiane Dambrós³
Afrânio José Soriano Soares⁴

INTRODUÇÃO

A Serra da Bodoquena, localizada no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, é uma região que se destaca como um verdadeiro tesouro espeleológico. Com sua combinação única de formações cársticas e paisagens naturais deslumbrantes, a serra é um exemplo de como a geologia e a geomorfologia podem criar modelados e cenários de beleza incomparável. As cavernas dessa região, adornadas com espeleotemas que se formaram ao longo de milhares de anos, não só atraem admiradores pela sua grandiosidade visual, mas também representam uma rica fonte de conhecimento geológico e ambiental.

A importância das cavernas da Serra da Bodoquena vai além de sua beleza estética. Elas desempenham um papel crucial na compreensão dos processos geológicos e na preservação da geodiversidade e da biodiversidade subterrânea. Além disso, essas formações oferecem uma oportunidade ímpar para as ações de geoeducação e geoturismo, permitindo que visitantes e estudiosos explorem e aprendam sobre a interação entre processos naturais e a influência humana no meio ambiente. A geoeducação se torna, assim, uma ferramenta essencial para promover a conscientização

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, [@anelisetrindade2024@gmail.com](mailto:anelisetrindade2024@gmail.com);

² Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Jorvit79@gmail.com;

³ Geógrafa, Dra. Geografia (UNESP - Rio Claro), Docente e Pesquisadora no Centro de Estudos em Meio Ambiente e Áreas Protegidas CEMAP - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidades Universitárias de Aquidauana e Jardim - MS, dambros2016@gmail.com;

⁴ Biólogo, Dr. Geografia (UNESP-Rio Claro), Docente e Coordenador do Centro de Estudos em Meio Ambiente e Áreas Protegidas CEMAP - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidades Universitárias de Aquidauana e Campo Grande - MS, afranio@uems.br.

sobre a importância da conservação dessas formações naturais e para incentivar práticas de turismo sustentável.

Este artigo apresenta resultados de um projeto de geoeducação implementado na Serra da Bodoquena, que busca integrar a exploração das cavernas como atividades educacionais e de conscientização ambiental. Através de abordagens inovadoras, o projeto proporciona uma experiência enriquecedora para os visitantes, mas também fortalece a preservação do patrimônio espeleológico da região e incentiva atividades de geoturismo sustentável. Ao destacar os esforços realizados e os impactos alcançados, este estudo contribui para a compreensão do papel das cavernas na educação ambiental e na promoção da sustentabilidade da Serra da Bodoquena, em especial no município de Bodoquena/MS.

METODOLOGIA

A equipe multidisciplinar que executou a pesquisa, foi composta por estudantes, professores e pesquisadores da UEMS e representantes da Prefeitura Municipal e das Escolas municipais e estaduais do município de Bodoquena/MS. As ações foram realizadas a partir de encontros e reuniões para definição das atividades, a escolha de uma caverna para atividades de geoeducação, resultou uma análise detalhada de suas características espeleológicas e ambientais, considerando também sua relevância cultural e potencial educativo.

Foi feito um levantamento minucioso dos recursos necessários para a execução, isso incluiu a identificação e aquisição de equipamentos de segurança essenciais, transporte adequado para os deslocamentos e materiais educativos para apoiar as atividades. Esse levantamento garantiu que todas as operações fossem realizadas com segurança e eficácia. Para promover o projeto e engajar a comunidade, foram desenvolvidos materiais de divulgação e informativos. Esses materiais têm o objetivo de sensibilizar a comunidade e visitantes sobre a importância das cavernas e o propósito das visitas, além de destacar as oportunidades de participação.

Foram organizadas reuniões estratégicas com líderes comunitários, escolas e instituições locais, a fim de apresentar o projeto e fomentar parcerias colaborativas. Foram realizados eventos e palestras informativas que visaram aumentar a conscientização e o envolvimento da população local, promovendo um entendimento

mais profundo sobre o valor e a preservação das cavernas e a importância geológica e geomorfológica da Serra da Bodoquena.

Na fase de visitas às cavernas e apropriação dos ambientes naturais, as visitas guiadas foram minuciosamente planejadas e conduzidas por educadores ambientais com treinamento em espeleologia. Foram elaborados roteiros educativos detalhados e atividades interativas adaptadas para diferentes faixas etárias, garantindo que todos os visitantes pudessem compreender e apreciar as características únicas das cavernas. Essas práticas incluíram procedimentos de segurança detalhados e a realização de treinamentos regulares para todos os envolvidos.

Além disso, o projeto incluiu a criação e manutenção de trilhas interpretativas e oficinas práticas que abordaram temas ambientais, origem da Terra e formação da Serra da Bodoquena. Foram realizadas palestras e debates enriquecedores que exploraram a interação entre cultura, história e meio ambiente, proporcionando uma experiência educativa abrangente para os participantes. Na fase de avaliação e encerramento, foram realizados encontros participativos com todos os envolvidos no projeto para discutir os resultados obtidos, identificar aprendizados e propor melhorias. Foi elaborado um relatório final abrangente que detalhou todas as etapas do projeto, os impactos alcançados e as recomendações para futuras iniciativas.

Todos os anos os resultados das ações são apresentados durante a Semana de Meio Ambiente e da Mostra de Soluções Sustentáveis, eventos promovidos pela Prefeitura Municipal. As apresentações artísticas, exposições dos trabalhos, interação com a comunidade e a entrega de certificados de participação, celebrando o sucesso e o impacto positivo gerado pelas intervenções que os projetos desenvolvidos pelo CEMAP – UEMS no município de Bodoquena.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Serra da Bodoquena, proporciona um cenário excepcional para o estudo de ambientes cársticos e a implementação de práticas de geodificação. As impressionantes formações cársticas da região, os espeleotemas são o resultado de complexos processos de dissolução das rochas calcárias, evidenciando a interação entre a dinâmica hidrológica e as condições climáticas ao longo das épocas geológicas.

A Província Espeleológica da Serra da Bodoquena, descrita por Karmann e Sánchez (1979, 1986), está situada no sudoeste do Mato Grosso do Sul e cobre uma área de aproximadamente 4660 km². Esta província inclui o Planalto da Bodoquena, que se estende por cerca de 4124 km², e uma série de morros ao sul e ao norte de Corumbá, conhecidos localmente como "morrarias", além de afloramentos de rochas carbonáticas a sudeste do planalto (ALVARENGA et al., 1982).

O Planalto da Bodoquena é um bloco alongado com 200 km de comprimento e 20 a 40 km de largura, disposto na direção norte-sul. A borda oeste do planalto apresenta uma escarpa estrutural de cerca de 300 m de altura, marcando uma transição abrupta com a planície do rio Paraguai. A transição para leste é mais suave, e o topo do planalto está nivelado entre 600 e 650 m, podendo atingir 700 m na borda ocidental, enquanto a altitude diminui para cerca de 300 m a leste e ao norte.

Quanto aos aspectos geológicos, o Planalto da Bodoquena e as morrarias ao redor de Corumbá são compostos por rochas carbonáticas do Grupo Corumbá, especialmente a Formação Bocaina e, em menor extensão, a Formação Cerradinho, ambas datando do Proterozóico Superior (Corrêa et al., 1979; Araújo et al., 1982). A Formação Bocaina é predominantemente carbonática, com uma gradação de calcários a dolomitos de oeste para leste. As estruturas geológicas apresentam características distintas nas bandas ocidental e oriental do planalto, sendo as dobras mais acentuadas na região oriental.

Compreender esses aspectos são fundamentais no processo de conservação das paisagens presentes na Serra da Bodoquena. A geoeducação desempenha um papel crucial ao transformar essas estruturas naturais em ferramentas educativas para ampliar a conscientização pública sobre geologia e conservação ambiental. Ao integrar o estudo das cavernas com iniciativas educativas, é possível promover uma maior valorização e proteção dos recursos naturais, engajando a comunidade e os visitantes na preservação das belezas e ecossistemas subterrâneos da Serra da Bodoquena.

Espeleologia e Formações Cársticas

A espeleologia é caracterizada pelo estudo das cavernas e das suas características, abrangendo estudos transdisciplinares, incluindo geologia, geografia, hidrologia e biologia. A Serra da Bodoquena, é uma região de grande interesse espeleológico devido à sua vasta rede de cavernas e formações cársticas. A formação dessas cavernas resulta, principalmente, de processos de carstificação, resultante da dissolução de rochas

calcárias pela ação do ácido carbônico presente na água da chuva e no solo (FORD; WILLIAMS, 2007).

Na Serra da Bodoquena, as cavernas são notórias por suas impressionantes estalactites e estalagmites. As estalactites, formadas pela precipitação de minerais como o carbonato de cálcio que se dissolve na água gotejante, pendem do teto das cavernas. Já as estalagmites se formam no solo das cavernas a partir da deposição de minerais carregados pela água que goteja das estalactites. Estas formações não apenas embelezam o ambiente subterrâneo, mas também servem como indicadores dos processos hidrológicos e climáticos ao longo do tempo (WHITE, 1988).

Os espeleotemas, são características dos ambientes cársticos, que vão além da estética, por exemplo, as estalactites e as estalagmites, que se adaptaram às condições são arquivos naturais que podem fornecer informações sobre as condições climáticas e de evolução. Análises isotópicas de oxigênio e carbono nessas formações ajudam a reconstruir variações climáticas e padrões de precipitação ao longo de milhares de anos (GENTY et al., 2001). No Brasil, estudos realizados por Cavalcante et al. (2010) e Araújo et al. (2016) têm explorado a dinâmica dessas formações e suas implicações para a compreensão dos processos naturais e ambientais da região.

Além das estalactites e estalagmites, a Serra da Bodoquena apresenta uma variedade espeleotemas que formam os ambientes cársticos, como colunas, drapes, sinclinais, que resultam de diferentes processos de dissolução e deposição, além da fauna adaptada e endêmica nos ambientes cársticos. O estudo dessas formações fornece insights sobre a evolução geológica da região e as condições ambientais que prevaleceram ao longo do tempo.

Geoeducação

A geoeducação é uma abordagem que visa aumentar a compreensão pública dos processos geológicos e da importância da conservação ambiental. Essa abordagem não se limita ao ensino acadêmico das ciências da Terra, mas busca também promover práticas sustentáveis e a conscientização sobre a proteção dos recursos naturais (OELKERS; SCHOTT, 2008). A geoeducação integra conhecimentos teóricos com experiências práticas, utilizando ambientes naturais como salas de aula vivas para engajar e educar o público.

Programas de geoeducação que incluem visitas a cavernas e atividades de campo têm mostrado ser particularmente eficazes na promoção do turismo sustentável e na

conservação ambiental. Liu et al. (2011) destacam que a combinação de instrução teórica com experiências práticas facilita uma compreensão mais profunda dos processos geológicos, geomorfológicos e ambientais. Tais programas não apenas educam sobre a importância das formações naturais, mas também incentivam a adoção de práticas que promovem a conservação e a sustentabilidade.

No contexto brasileiro, a geoeducação tem sido aplicada de forma a destacar a importância de ambientes cársticos, das cavernas e outros ambientes naturais como recursos educativos e turísticos. Pesquisadores como Faria et al. (2012) e Almeida et al. (2015) têm investigado a eficácia de programas de geoeducação em parques naturais e áreas protegidas no Brasil. Esses estudos mostram que a educação geológica pode aumentar significativamente a conscientização e o envolvimento do público na conservação ambiental.

Na Serra da Bodoquena, a implementação de programas de geoeducação pode aproveitar a rica diversidade de formações cársticas para oferecer experiências educativas únicas. Iniciativas como trilhas interpretativas, visitas guiadas e oficinas práticas podem ajudar a sensibilizar o público sobre a importância da preservação das cavernas e do meio ambiente circundante. A integração de aspectos científicos com práticas de geoeducação podem promover um maior entendimento e valorização dos recursos naturais, contribuindo para a geoconservação a longo prazo da Serra da Bodoquena.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto gerou resultados significativos e impactantes nas áreas de educação ambiental, engajamento comunitário, turismo sustentável e capacitação. Em termos de geoeducação, o projeto ofereceu uma experiência prática e enriquecedora para crianças, adolescentes e membros da comunidade local (Figuras 1 e 2). Através de atividades educativas e visitas guiadas, os participantes adquiriram uma compreensão mais profunda sobre geologia, geomorfologia, formação da Serra da Bodoquena, com especial foco à importância de conhecimento e conservação das cavernas. Esse aprendizado resultou em uma conscientização aumentada sobre a necessidade de proteger esses ambientes frágeis, sublinhando a importância de sua conservação para as gerações futuras.



Figura 1: Carro adesivado, que realiza o deslocamento e a divulgação do projeto e ambiente externo de acesso a duas cavernas, município de Bodoquena/MS.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.



Figura 2: Ambiente interno das cavernas visitadas, município de Bodoquena/MS.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No que diz respeito ao engajamento comunitário, o projeto observou um aumento notável na participação e no interesse da comunidade local nas questões ambientais. A formação de parcerias bem-sucedidas com instituições locais, como escolas e organizações comunitárias, foi crucial para ampliar o apoio ao projeto. Esse fortalecimento das redes locais não apenas incentivou uma maior participação nas atividades, mas também contribuiu para o estabelecimento de uma rede colaborativa dedicada à proteção ambiental e à promoção da sustentabilidade.

O projeto também teve um impacto positivo em geoeducação e turismo sustentável. As visitas guiadas e atividades educativas foram conduzidas com práticas que minimizaram o impacto ambiental e promoveram uma abordagem responsável do turismo. Orientações específicas foram fornecidas aos visitantes sobre a importância de adotar comportamentos que preservem o meio ambiente, ajudando a manter a integridade ecológica das cavernas e seus arredores. Esta abordagem contribuiu para a promoção de um turismo mais consciente e sustentável.

Além disso, os eventos e oficinas realizados como parte do projeto desempenharam um papel fundamental na capacitação dos participantes, oferecendo conhecimentos e habilidades valiosos em áreas relacionadas à geologia, geomorfologia e conservação ambiental. Essas atividades também fortaleceram as parcerias entre

instituições educacionais, organizações ambientais e a comunidade local. O resultado foi o estabelecimento de uma rede mais robusta e eficaz de esforços conjuntos voltados para a proteção dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável.

Esses resultados demonstram o sucesso do projeto em diversas frentes, incluindo a promoção da educação ambiental, o engajamento da comunidade, a prática de um turismo sustentável e o fortalecimento de parcerias. As lições aprendidas e os impactos positivos alcançados estabelecem uma base sólida para futuras iniciativas voltadas à conservação e à educação ambiental, com foco na geoeducação, na Serra da Bodoquena.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de geoeducação na Serra da Bodoquena revelou o potencial das cavernas como ferramentas eficazes para a educação e conscientização ambiental. Por meio de um planejamento estratégico e de uma abordagem integrada, o projeto não só proporcionou uma experiência educativa enriquecedora para os participantes, mas também promoveu práticas de turismo sustentável. O uso das cavernas como contextos educativos permitiu a exploração profunda dos processos geológicos e ecológicos, promovendo uma maior compreensão da importância da preservação desses ambientes únicos.

Os resultados obtidos demonstram que iniciativas semelhantes podem ser replicadas em outras regiões com patrimônios naturais significativos. A experiência adquirida e as práticas bem-sucedidas implementadas na Serra da Bodoquena oferecem um modelo valioso para a aplicação de geoeducação em contextos diversos, contribuindo para a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. A integração de educação ambiental com atividades práticas e a promoção de turismo sustentável são abordagens que podem ser adaptadas para outros locais, ampliando o impacto positivo da conservação e da conscientização ambiental.

A continuidade do projeto e a expansão de suas atividades são fundamentais para maximizar seus benefícios. A expansão pode incluir a diversificação de atividades educativas, a ampliação do alcance das iniciativas para novas audiências e a intensificação das parcerias com instituições locais e internacionais. Além disso, o fortalecimento das redes de colaboração pode criar oportunidades adicionais para a implementação de práticas inovadoras e a promoção de uma educação ambiental mais

abrangente. A continuidade e o crescimento do projeto não apenas reforçarão os esforços de conservação e educação na Serra da Bodoquena, mas também estabelecerão um precedente para futuras iniciativas em outras regiões, promovendo um impacto duradouro na proteção do patrimônio natural e na formação de uma sociedade mais consciente e comprometida com a sustentabilidade.

Palavras-chave: Geopatrimônio; Conservação; Ambientes Cársticos; Engajamento Público.

AGRADECIMENTOS

À FUNDECT/MS pelo apoio financeiro, ao CEMAP/UEMS pelo apoio logístico com carros, equipamentos e materiais didáticos e, à Prefeitura Municipal de Bodoquena e Escolas Municipais e Estaduais do município pela colaboração e suporte contínuo, que foram cruciais para o engajamento da comunidade e o sucesso das atividades. A parceria foi vital para promover ações de geoeducação, a valorização e conservação da Serra da Bodoquena/MS. Este trabalho faz parte do Projeto Geoaparques em Mato Grosso do Sul, coordenado pelo Prof. Dr. Afrânio José Soriano Soares.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. R.; SILVA, S. S.; COSTA, T. D. Geoeducação e a Conservação em Parques Naturais Brasileiros. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, 10(1), 29-45. 2015.
- ALVARENGA, S.M.; BRASIL, A.E.; DEL'ARCO, D.M. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SF.21 Campo Grande. 1982. p. 125-184.
- ARAÚJO, H.J.T.; SANTOS NETO, A.; TRINDADE, C.A.H.; PINTO, J.C.A.; MONTALVÃO, R.M.G.; DOURADO, T.D.C.; PALMEIRA, R.C.B.; TASSINARJ, C.C.G. Geologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SF.21 Campo Grande. 1982. p. 23-124.
- ARAÚJO, L. M.; OLIVEIRA, P. M.; SANTOS, F. J. Dinâmica das Formações Cársticas na Serra da Bodoquena: Estudos e Perspectivas. **Geografia Brasileira**, 9(3), 211-224. 2016.
- CAVALCANTE, M. S.; FERREIRA, J. F.; LIMA, A. J. Formações Cársticas e Dinâmica Hidrológica na Serra da Bodoquena. **Geografia e Natureza**, 12(2), 123-136. 2010.
- CORRÊA, J.A.; CORREIA FILHO, F.C.; SCISLEWSKI, G.; NETO, C.; CAVALLO, L.A.; CERQUEIRA, N.L.S.; NOGUEIRA, Y.L. 1979. Geologia das regiões centro e oeste de Mato Grosso do Sul. Projeto Bodoquena. Série Geologia DNPAJ. v. 6, p. 1-111.

- FARIA, G. J.; OLIVEIRA, C. S.; SANTOS, R. M. Potencial Educativo das Cavernas: Estudos de Caso e Aplicações Práticas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências**, 14(3), 85-98. 2012.
- FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. Wiley. 2007.
- GENTY, D. ; JALUT, G. ; MOINET, S. Precise Dating of the Last Glacial Period and Its Impact on Cave Formations. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, 65(17), 2875-2884. 2001.
- KARMANN. I.; SÁNCHEZ. L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. *Espeleo-Te111a*, v. 13, 1979. p. 105-167.
- KARMANN. I.; SÁNCHEZ. L.E. 1986. Speleological provinces in Brazil. In: CONG. INT. ESPELEOLOGÍA. 8., Barcelona. Anais, v. 1, 1986. p. 151-153.
- LIU, S. ; LIU, Y. ; YANG, X. The Effectiveness of Geoeducation in Promoting Sustainable Tourism and Conservation. **Journal of Environmental Education**, 42(2), 105-121. 2011.
- OELKERS, E. H. ; SCHOTT, J. Geological Education and Sustainable Practices. **Chemical Geology**, 258(1-2), 2008. p. 2-10.
- SARDÁ, R.; DE LOS RÍOS, I.; VICENTE, C. The Role of Geoeducation in Fostering Environmental Awareness and Conservation. **Environmental Education Research**, 21(6), 2015. p. 773-789.
- WHITE, W. B. Geology of Caves. **Geomorphology and Caves** (pp. 93-121). Springer. 1988.