

# Geodiversidade da Caverna do Limoeiro e seu entorno: subsídios para o planejamento ambiental integrado e geoconservação

## ***Geodiversity of Limoeiro's Cave and its surroundings: subsidies for integrated environmental planning and geoconservation***

Luciana Martins Freire<sup>1</sup>, Joselito Santiago de Lima<sup>2</sup>,  
Edson Vicente da Silva<sup>3</sup>, César Ulisses Vieira Veríssimo<sup>4</sup>

**RESUMO:** A Caverna do Limoeiro pertence à Província Espeleológica Altamira-Itaituba, a qual desenvolve-se na faixa de contato dos domínios geológicos da Bacia Sedimentar do Amazonas e do Embasamento Cristalino do Complexo Xingu, em rochas de arenito da Formação Maecurú. Por sua característica paisagística e condições propícias à visitação, esta pesquisa tem como objetivo apresentar informações necessárias para um modelo de geoconservação. A metodologia foi baseada na análise geossistêmica das paisagens, que possibilitou uma maior articulação entre os diferentes aspectos de formação e funcionamento da paisagem. Os potenciais da geodiversidade local foram definidos por atrativos localizados no entorno da Caverna do Limoeiro, que são a Lagoa Azul e a Ponte de Pedra, todos pertencente ao município de Medicilândia. O cenário de visitação projetado para o potencial geoturístico conta com a característica do município ser o maior produtor de cacau da região Amazônica em conjunto com a presença da floresta nativa. Tal cenário traz como premissa ações necessárias ao planejamento de proteção, aliado importante para a manutenção dos elementos da geodiversidade, com foco principal na Caverna do Limoeiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geodiversidade; Geoconservação; Amazônia

**ABSTRACT:** *The Limoeiro Cave belongs to the Altamira-Itaituba Speleological Province, which is developed in the contact range of the geological areas of the Sedimentary Basin of Amazonas and the Crystalline Basement of the Xingu Complex, in sandstone rocks of the Maecurú Formation. Due to its landscape characteristics and favorable conditions for visits, this research aims to present necessary information for a geoconservation model. The methodology was based on the geosystemic analysis of landscapes, which made possible a greater articulation between the different aspects of landscape formation and functioning. The potential of the local geodiversity was defined by the attractions located around the Limoeiro Cave, which are Lagoa Azul and Ponte de Pedra, all belonging to the municipality of Medicilândia. The visitation scenario designed for the geotourism potential has the characteristic of the municipality being the largest cocoa producer in the Amazon region plus the presence of the native forest. Such a scenario makes it necessary protection and planning actions, an important ally for the maintenance of geodiversity elements, with a primary focus on the Limoeiro Cave.*

**KEYWORDS:** *Geodiversity; Geoconservation; Amazonia*

Universidade Federal do Pará, Rua Arterial 5, s/n, 67125-749, Ananindeua, Pará-Brasil, Tel. 91-32017112, E-mail: lucianamf@ufpa.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Avenida Nelson Souza, s/n, 68250-000, Óbidos, Pará-Brasil, Tel. 93-991940432

E-mail: [joselito.lima@ifpa.edu.br](mailto:joselito.lima@ifpa.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 911, 60455-760, Fortaleza, Ceará-Brasil, Tel. 85-3366 9855

E-mail: [cacauceara@gmail.com](mailto:cacauceara@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 912, 60455-760, Fortaleza, Ceará-Brasil, Tel. 85-3366 9867

E-mail: [verissimo@ufc.br](mailto:verissimo@ufc.br)

## INTRODUÇÃO

O Patrimônio Espeleológico refere-se a presença de cavernas que se desenvolvem sob os mais variados tipos de estruturas rochosas, apresentando uma geomorfologia com feições muito características as quais “configuram uma grande beleza cênica, como maciços rochosos expostos, paredões ou escarpas, vales, torres, depressões, dolinas, lagoas, além das próprias cavernas” (Nascimento *et al.* 2008). No Brasil, o patrimônio espeleológico ainda carece de maior atenção no que diz respeito aos estudos científicos, reconhecimento da sociedade e proteção ambiental, necessitando assim de um retorno concreto das políticas públicas. Devem ser consideradas as variáveis ambientais, sociais e econômicas a fim de que o estado de conservação do ambiente cárstico não seja desestruturado ou comprometido. Uma vez reconhecida a riqueza advinda do patrimônio espeleológico, em seus múltiplos usos (ciência, esporte, lazer, etc.), necessário se faz elencar estudos que elevem sua importância física e socioambiental para que, posteriormente, venham se concretizar ações protetivas.

A Resolução nº 347, de 10 de setembro de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico, na qual o define como “o conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e históricos-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas ou

a estas associadas”. Nesse sentido, a área de influência sobre o patrimônio espeleológico é definida pela “área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola” (CONAMA 2004).

O conceito de patrimônio espeleológico apresenta uma estreita relação com a análise geossistêmica das paisagens, proposta metodológica desta pesquisa. O Geossistema tem por definição a interrelação entre seus os elementos, além da interdependência, que resultam na configuração de uma paisagem espeleológica. Mas ainda, há outra relação que importa neste momento: sua associação referente ao conceito de geodiversidade, o qual refere-se a variedade de elementos abióticos existente na natureza, relacionados aos elementos bióticos, presentes em diversas formas e escala, em que seus processos se desenvolvem a qualquer nível de integração.

A partir do exposto, esta pesquisa tem como objeto a Caverna do Limoeiro, que compõe um conjunto de cavidades naturais subterrâneas conhecida como Província Espeleológica Altamira-Itaituba. Destaca-se por oferecer uma diversidade de espeleotemas em seus condutos e salões, com extensão que chega aos 1.200m de desenvolvimento subterrâneo em arenitos. A caverna apresenta-se em condições propícias para o desenvolvimento de atividades de lazer e turismo, uma vez que se constitui de amplos salões, com áreas internas com terreno subterrâneo não tão acidentado como nas demais cavernas da província.

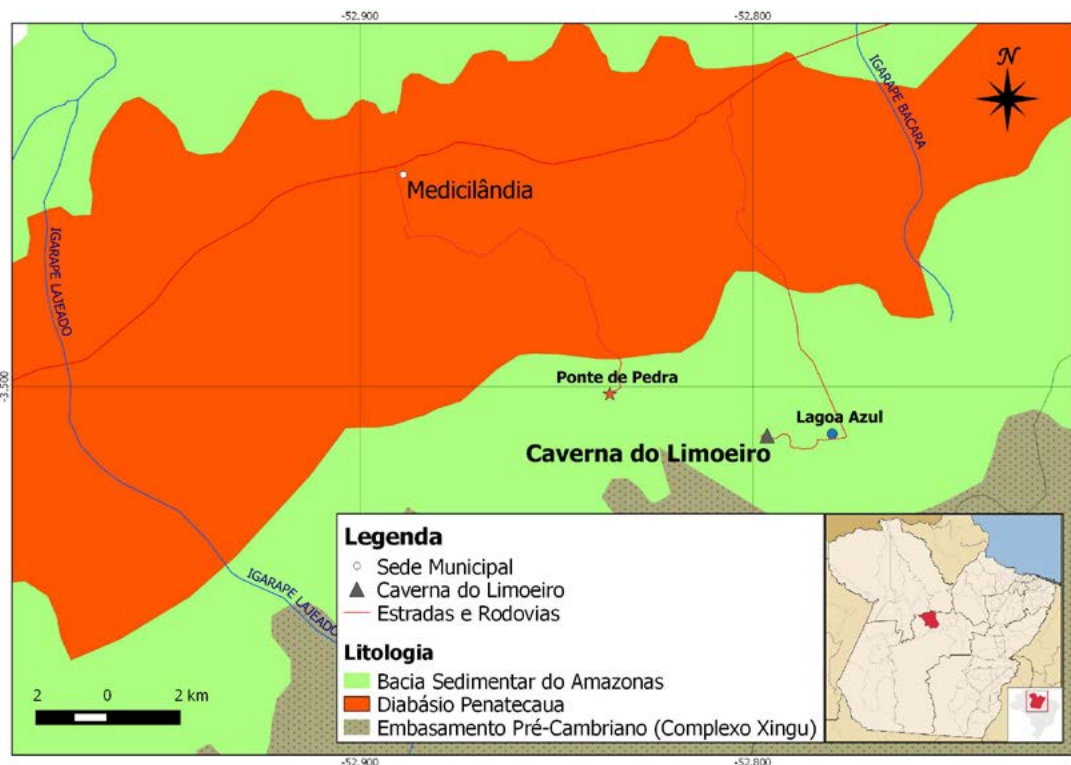


Figura 1 – Localização dos Geossítios no Município de Medicilândia (PA).

A Caverna do Limoeiro localiza-se dentro de uma área particular, no município de Medicilândia, no estado do Pará, em que a principal atividade econômica desenvolvida é o cultivo de cacau (Fig. 1). Existe, contudo, por parte do proprietário, planos de desenvolver em suas terras atividades voltadas para o turismo rural, ambiental e espeleológico. Além dos atrativos da própria caverna, bela em ornamentos, a área também conta com alguns geossítios identificados: uma fonte natural d'água para banho, a lagoa Azul, com uma queda d'água de aproximadamente 10 m de altura, e área de floresta preservada com possibilidades de inserção de trilhas ecológicas; a "Ponte de Pedra", outro elemento da geodiversidade que já é valorizado e transformado em atrativo na região.

A proposta de planejamento e geoconservação da caverna do Limoeiro e seu entorno desenvolve-se a partir dos conceitos de geodiversidade, geoconservação e geoturismo, pensando-se na implementação de projetos e planos de ação e proteção do meio abiótico, porém abrangendo na área também os elementos do meio biótico, cultural, econômico e histórico. O objetivo central é a exploração de forma sustentável, valorizando as riquezas paisagísticas locais e regionais.

## METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa sobre a geologia e geomorfologia da Bacia Sedimentar do Amazonas, identificando os processos naturais de formação de Províncias Espeleológicas nesse ambiente. Citam-se: Projeto RADAMBRASIL – DNPM (1974); Vasquez & Rosa-Costa (2008); Ministério de Minas e Energia – MME (BRASIL 2009); Dantas & Teixeira (2013). As informações específicas referentes à área da Província Espeleológica Altamira-Itaituba foram adquiridas com base no exame e análise de material bibliográfico e cartográfico, tais como: Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas / Instituto Chico Mendes (CECAV/ICMBio); Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE); Serviço Geológico do Brasil - CPRM; arquivo técnico-científico do Grupo Espeleológico Paraense – GEP, artigos científicos (Pinheiro *et al.* 2015) e documentos exigidos para a autorização da implantação do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte, tais como o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) do AHE Belo Monte (ELETROBRÁS 2009).

Foram realizados os trabalhos de campo em busca do reconhecimento da área, além de alguns registros dos aspectos socioeconômicos e ambientais. Nessa oportunidade, o ambiente foi documentado por fotografias e georreferenciado por GPS (*Global Positioning System*).

Os trabalhos de campo foram realizados três visitas técnicas (maio e agosto de 2015 e dezembro de 2016), no município de Medicilândia, onde estão localizados a Caverna do Limoeiro, a Lagoa Azul e a Ponte de Pedra, além do cultivo de cacau. Então reunidos os dados bibliográficos e de campo, a pesquisa sugeriu uma proposta de planejamento das formas de uso da Caverna do Limoeiro e seu entorno, destacando-se a valorização ambiental e científica como elemento da geodiversidade.

A base metodológica da pesquisa foi fundamentada na análise geossistêmica da paisagem (Bertrand 1972, Sotchava 1978, 1977; Christofolletti 1999, 1979; Ab'Saber 2003, Monteiro 2000, Rodriguez & Silva 2013), que requer uma interpretação por meio da abordagem sistêmica dos elementos que compõem a paisagem, desde os aspectos naturais aos aspectos socioculturais e econômicos.

O conceito de paisagem é inserido ao estudo de geossistema pelo fato de ser apontado como o efeito visual ou uma representação daquilo que é percebido, por meio da conjunção de objetos visíveis pelo sujeito vinculados a suas necessidades e perspectivas de uso.

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos dispartados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução. (Bertrand 2004).

Portanto, o conceito de paisagem é configurado em sua totalidade de modo homogêneo, conformando em unidades geossistêmicas. De maneira objetiva, paisagem é definida como o "conjunto da relação entre elementos físicos, biológicos e humanos, que resultam em determinada configuração visual, estando sempre condicionada a transformações, sejam de origem local e/ou global." (Freire 2007). Assim a sociedade e a natureza estão relacionadas entre si, representadas em um mesmo espaço geográfico.

## GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO

O conceito de geodiversidade vai além da apresentação de seus elementos constituintes, não englobando apenas a descrição da diversidade natural de aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo, mas incluindo ainda suas coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas (Gray 2004). Nesse sentido, trata-se de um verdadeiro modelo focado na metodologia geossistêmica.

Visto que o conhecimento sobre a geodiversidade tem enfoque sistêmico, confere-se em seu escopo múltiplas aplicações (Fig. 2), apresentando destaque no auxílio aos estudos de gestão ambiental e planejamento territorial.



Figura 2 - Principais aplicações da geodiversidade

Fonte: Silva et al. 2008

A partir da elaboração do conceito de geodiversidade, as geociências desenvolveram um novo e eficaz instrumento de análise da paisagem de forma integral, [...] utilizando o conhecimento do meio físico a serviço da conservação do meio ambiente, em prol do planejamento territorial em bases sustentáveis, permitindo, assim, avaliar os impactos decorrentes da implantação das distintas atividades econômicas sobre o espaço geográfico. (Silva et al. 2008).

Contudo, o objetivo aqui é valorar unidades de paisagem com rica geodiversidade, a fim de se ampliar a importância e necessidade de sua conservação. Vale ressaltar que sobre esses variados ambientes desenvolve-se uma biodiversidade incalculável, tema sempre investigado e com atenção particular quanto a sua proteção ecológica, ou seja, a bioconservação. Ainda são crescentes as pesquisas que deram uma atenção especial ao hábitat físico como suporte a vida terrestre, até que nos anos 1990 iniciou-se uma discussão referente a geodiversidade, focada no patrimônio geológico.

Os aspectos geológicos e geomorfológicos da natureza receberam valores não apenas direcionadas a sua constituição física, mas também em seus múltiplos sentidos, sejam científico, estético, funcional e/ou sociocultural, enfim, essencial para a vida. Porém, a maior parte das ameaças à geodiversidade, por sua vez também dos componentes vivos, advém das ações dos seres humanos, necessitando trazer a tona o conceito de geoconservação.

A geoconservação é um termo novo no que diz respeito aos temas ligados à conservação da natureza, já que por mais tempo voltou-se uma maior importância científica para a proteção da biodiversidade, com foco em uma abordagem biocêntrica. Notou-se que não bastava apenas pensar nos seres vivos sem tomar conta do seu ambiente físico (habitat) natural, a geodiversidade. Importante salientar que os elementos abióticos não são renováveis, assim como a biodiversidade é capaz de se reestabelecer. Nesse sentido, uma vez destruído o patrimônio geológico não há regeneração, sendo extinguido para sempre. Destacando que a biodiversidade é diretamente dependente da geodiversidade, já que diferentes organismos somente encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas indispensáveis (Brilha 2005).

Ao lembrar que a “biodiversidade faz parte da geodiversidade”, Sharples (2002) desenvolve o conceito de geoconservação relacionado à gestão da conservação dos elementos abióticos da natureza, com foco principal na proteção do patrimônio geológico, em busca de proteger não apenas os recursos de valor científico ou necessários ao ser humano, mas também pensando na manutenção dos processos ecológicos e diversidade biológica. Mais que proteger o patrimônio geológico, a geoconservação propõe-se a reconhecer a diversidade dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, em busca de minimizar os impactos negativos causados pelo ser humano, além de divulgar a importância da geodiversidade para manutenção da biodiversidade. Além disso, muitos elementos da geodiversidade tem características únicas, como os fósseis, que são insubstituíveis se degradados.

Os objetivos propostos para a geoconservação enumera algumas informações importantes: conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade;

- proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação;
- minimizar os impactos adversos dos locais importantes em termos de geoconservação;
- interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas;
- e contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade. (Sharples 2002 apud Nascimento et al.2008)

Brilha (2005) acrescenta que a geoconservação tem como finalidade a utilização e gestão sustentável da geodiversidade. Contudo, focando a conservação de certos elementos da geodiversidade que demonstrem um valor significativo.

Realmente, uma coisa é o estabelecimento de estratégias de modo a garantir a gestão sustentada dos recursos geológicos, assegurando as técnicas de exploração e de beneficiação mais adequadas e o menor impacto possível no ambiente. Outra consiste na implementação de estratégias que permitam a conservação de ocorrências geológicas que possuem inegável valor científico, pedagógico, cultural, turístico, ou outros os geossítios. (Brilha 2005)

No momento em que se pensa em preservação ou conservação tem-se como premissa que algum valor foi atribuído ao objeto. A atribuição de valores da geodiversidade é uma das ferramentas sugeridas para a definição da proteção da unidade paisagística em questão. Nesse sentido, Gray (2004) lançou valores que fundamentam os estudos voltados para a conservação de patrimônios geológicos:

Valor intrínseco: trata-se do valor próprio da natureza, atribuído simplesmente por aquilo que é e não pelo que pode ser usado para o ser humano (não sendo necessariamente de valor utilitário);

Valor cultural: o valor colocado pela sociedade sobre algum aspecto do ambiente físico em razão da sua importância social, cultural, espiritual, estética, etc.

Valor estético: refere-se ao apelo visual, e seu impacto positivo a todos os sentidos do ser humano, fornecido pelo ambiente físico, bastante utilizado para definir paisagens turísticas;

Valor econômico: valor conferido pela dependência do ser humano em relação aos elementos da geodiversidade, tais como os combustíveis fósseis (carvão e petróleo), materiais geológicos para construção civil, águas subterrâneas, minerais preciosos (pedras preciosas), etc.;

Valor funcional: raramente aplicável à conservação da natureza, apresenta uma subdivisão. A primeira como função *in situ* para o ser humano (relacionado ao valor econômico, em que possui caráter utilitário), e a segunda enquanto função e base para a sustentação da biodiversidade;

Valor científico e educativo: importância que os elementos da geodiversidade representam para a investigação científica e para a educação.

Em sua 2ª edição, Gray (2013) redefiniu o sistema de valoração para a geodiversidade, sendo agora composto apenas pelo valor intrínseco, que diz respeito ao simples fato de sua existência. Dentro do seu valor, existem os cinco serviços (regulação, suporte, provisão, cultural e conhecimento) e, por conseguinte, os 25 bens e processos, como demonstrados na Figura 3.

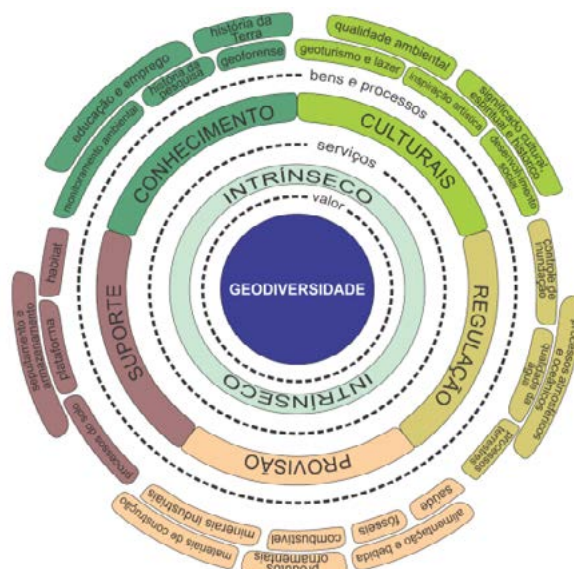


Figura 3: Diagrama simplificado do sistema de valores da geodiversidade.

Fonte: Silva & Nascimento (2016).

## CAVERNA DO LIMOEIRO

Localizada no município de Medicilândia, a caverna do Limoeiro tem coordenadas 03° 30' 43.1" S e 52° 47' 49.1" W, registrando cota altimétrica aproximada de 142 metros. Desenvolve-se na encosta abrupta de uma serra onde afloram arenitos friáveis da Formação Maecuru, pertencente a Bacia Amazônica. O acesso a caverna do Limoeiro é feito a partir da rodovia Transamazônia (BR-230), através do Km 80 no sentido Altamira-Itaituba, já nas proximidades da sede do município de Medicilândia, por meio do travessão Sul, onde estão localizadas as agrovilas Nova Fronteira e Tiradentes. A caverna está inserida dentro de uma fazenda produtora de cacau. A partir da sua sede, faz-se percurso em trilha de 7 km, quase toda em veículo 4x4 (terreno de pasto e mata florestada), finalizando uma pequena trilha dentro da mata de cerca de 300 metros a pé.

De acordo com a versão preliminar dos estudos do Patrimônio Espeleológico para o EIA-RIMA da UHE Belo Monte (FADESP 2001), a caverna do Limoeiro apresenta cerca de 1.200m de desenvolvimento subterrâneo, com os eixos principais de suas galerias estendendo-se nas direções WNW-ESE, em forma aproximada de U.

A planta baixa da caverna mostra três acessos: a entrada principal, que tem aproximadamente 15 m de largura e 9 m de altura; a segunda entrada, com 5 m de altura; e uma menor, onde está configurada saída do rio (Fig. 4). Em campo constatou-se que o acesso mais utilizado pelos visitantes se configura a 'segunda

entrada', uma vez que esta tem o acesso facilitado e logo que se chega a caverna. A terceira entrada, por onde sai água que vem de um rio que surge no interior da caverna, caracteriza-se por um amplo salão quase isolado da caverna.

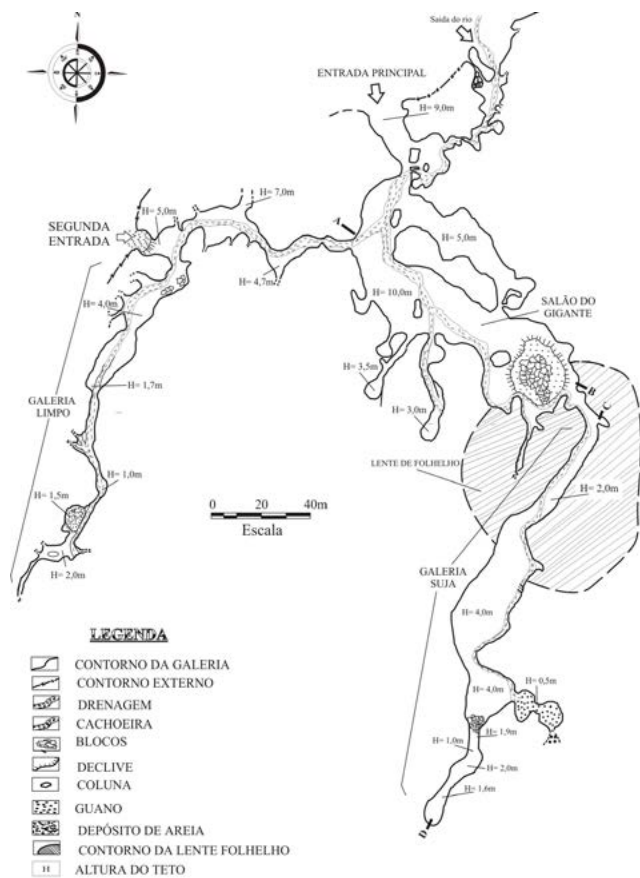


Figura 4: Plano Baixa da Caverna do Limoeiro, Medicilândia/PA.

Fonte: GEP 2001.

Em toda a extensão da caverna do Limoeiro há dois braços de rio que se cruzam a cerca de 60m da entrada principal, saindo em direção à parte externa por uma abertura localizada 30 m à noroeste da entrada principal. Por esta saída do rio (como indicado na planta da caverna) há uma pequena abertura na rocha em que seu interior fica inacessível. Esta terceira entrada, por sua vez, em período chuvoso encontra-se alagada. No verão é possível notar as marcas deixadas pela água (Fig. 5).

A caverna do Limoeiro é a segunda maior da Província Espeleológica Altamira-Itaituba, perdendo apenas para a caverna da Planaltina (1.500m, inclusive a maior de arenito no Brasil). Contudo, sua configuração ajuda no acesso aos seus salões e galerias, já que na Caverna da Planaltina o acesso é dificultado logo na primeira galeria, com a presença de muitos blocos abatidos, além do forte odor ocasionado pela ocorrência de guano. A caverna do Limoeiro apresenta-se mais propícia para visitação controlada, tendo concentração maior de guano somente nas galerias mais interiores.

Na caverna do Limoeiro há qualidades para que o turismo e lazer, por meio de passeios guiados, sejam empregados. Suas características paisagísticas, com amostras interessantes de espeleotemas em arenitos, belas sequências de estratificações aparentes nas paredes e afloramentos de rochas argilosas (folhelho negro, em forma de lente), além das condições de salubridade mais favoráveis que as de outras cavernas da província justificam o incentivo ao geoturismo e/ou espeleoturismo (Fig. 6).

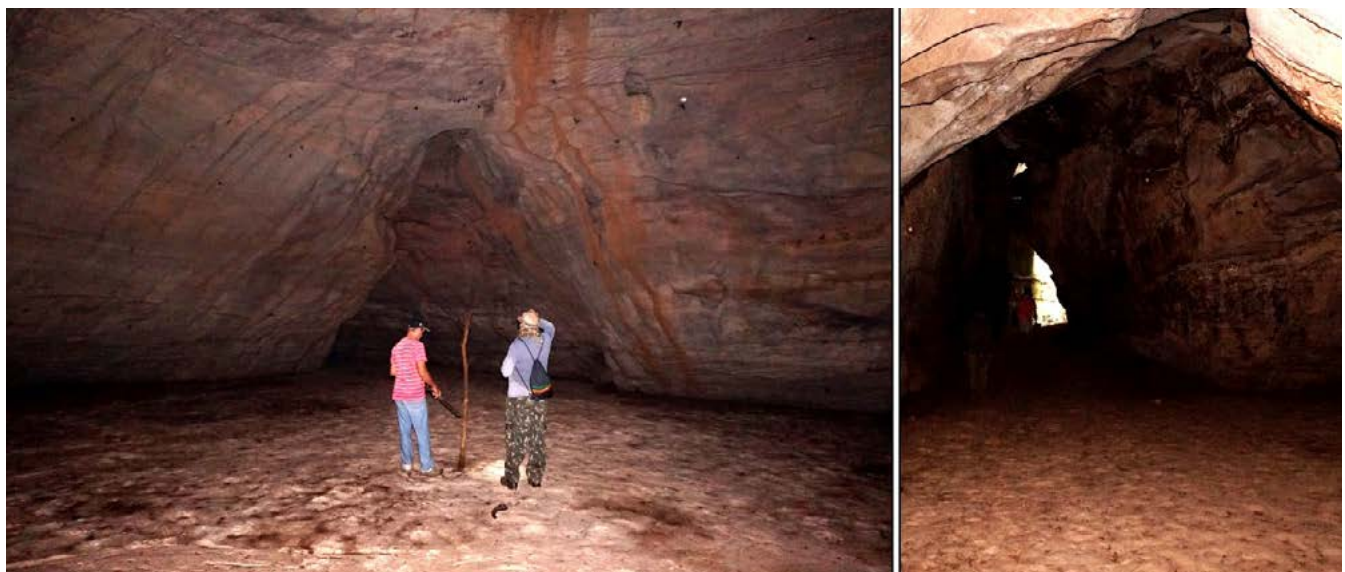


Figura 5: Salão de saída do rio da Caverna do Limoeiro

Foto: Luciana Freire, agosto/2015 e dezembro/2016.

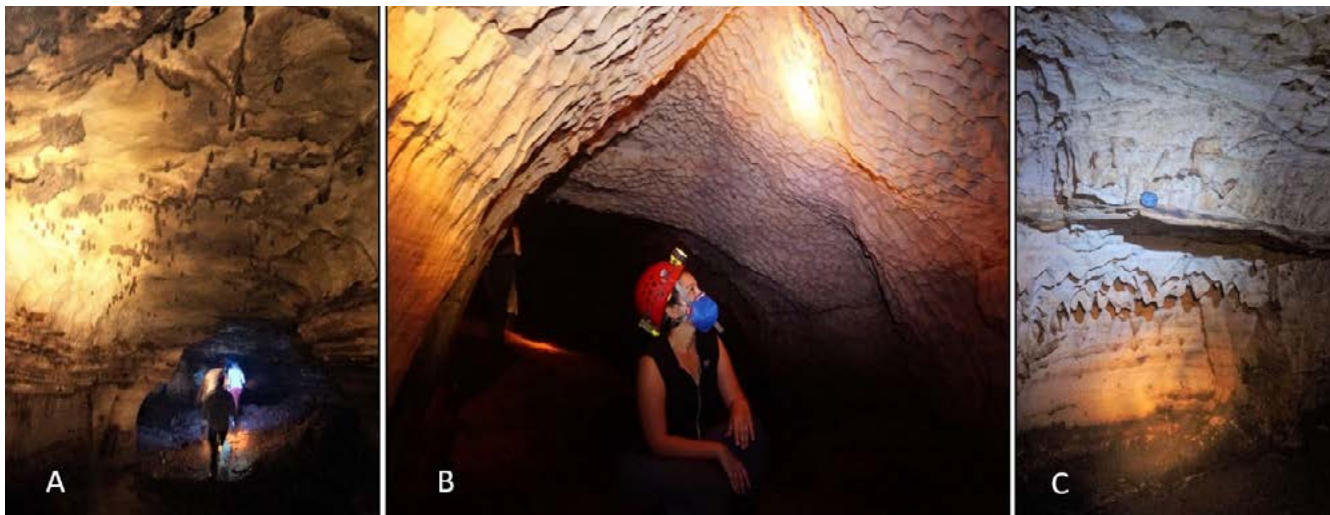


Figura 6: (A) Afloramento de folhelhos ao longo da Galeria Suja; (B) Estrutura tipo *caixa-de-ovos* observada no teto da galeria suja; (C) Detalhe de *scallops* observados localmente nas paredes e teto da galeria suja. Fotos: Luciana Freire e Cesar Veríssimo, maio/2015.

Os atrativos não estariam restritos somente pela caverna em si. Retornando pela trilha que leva a caverna do Limoeiro e seguindo por outra pequena trilha em mata preservada, nas suas proximidades há uma lagoa, o qual chamam de lagoa Azul. Nela apresenta-se uma cachoeira com queda d'água proveniente de um paredão de arenito com aproximadamente 10 metros de altura. A cachoeira é alimentada por uma nascente, localizada em área de floresta preservada, o que mantém sua fonte durante o ano todo.

A lagoa Azul representa um valor paisagístico elevado, com um belo atrativo estético que desperta desejo nos visitantes em utilizá-lo para banhos após a

caminhada pelas trilhas da fazenda. A lagoa é alimentada pelo lençol freático, não dependendo das águas que caem da cachoeira. Trata-se de um ambiente lentic que favorece a decantação de materiais particulados, os quais acabam depositando-se no fundo e gerando característica de águas cristalinas e azuladas, além de encontrar-se em meio as rochas areníticas (Fig. 7). Essa área conta ainda com um pequeno abrigo inundado, sem denominação nem registro junto a CECAV, que pode também gerar um atrativo espeleológico, apenas para observação. Este abrigo contém uma nascente que foi represada, provavelmente justificando a situação inundado (Fig. 7).



Figura 7: (A) Lagoa Azul e cachoeira; (B) Pequena cavidade inundada a poucos metros da lagoa Azul. Fotos: Luciana Freire, agosto/2015

Diante das características endógenas e exógenas da caverna do Limoeiro, pelos valores dos atrativos no seu entorno e incentivo do proprietário da fazenda em fazer dali um ponto de turismo e lazer, a tese buscou exemplificar um modelo de proposta de planejamento ambiental e geoconservação, o qual servirá como exemplo para demais unidades espeleológicas semelhantes.

### **SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL INTEGRADO E GEOCONSERVAÇÃO DA CAVERNA DO LIMOEIRO E SEU ENTORNO**

A proposta de planejamento e geoconservação da Caverna do Limoeiro desenvolve-se a partir dos conceitos de geodiversidade, geoconservação e geo-

turismo, pensando-se na implementação de projetos e planos de ação e proteção do meio abiótico, porém abrangendo na área também os elementos do meio biótico, cultural, econômico e histórico. O objetivo central é a exploração de forma sustentável, valorizando as riquezas paisagísticas locais e regionais.

Nesse contexto, a caverna do Limoeiro e a lagoa Azul podem vir a integrar um conjunto de atrativos voltados para o turismo e lazer da região Transamazônica. No próprio município de Medicilândia há outro elemento da geodiversidade já valorizado e transformado em atrativo na região: a “Ponte de Pedra”. Em seu entorno, consolidou-se um ponto turístico e de lazer chamado Balneário Ponte de Pedra. O local recebeu essa denominação por uma formação rochosa que ao longo dos anos, com os processos de intemperismo e erosão, desenvolveu-se naturalmente uma ponte sobre um igarapé (Fig. 8).



Figura 8: (A) Formação rochosa “Ponte de Pedra”, localizada dentro do (B) Balneário de mesmo nome, no município de Medicilândia/PA.

Foto: Luciana Freire, dezembro/2016.

Vale lembrar que os atrativos de geodiversidade local podem unir-se ainda à característica principal do município de Medicilândia, que é a maior produtora de cacau do Pará. O estado do Pará, inclusive, compete ano a ano a posição de maior produção nacional junto com a Bahia. Conhecer a principal atividade econômica local também é um atrativo

de interesse do visitante. Além disso, na cidade foi implantada a primeira fábrica de chocolate da Amazônia, que surgiu a partir da união de agricultores familiares no município de Medicilândia que fundaram a COOPATRANS – Cooperativa Agroindustrial da Transamazônica, iniciando produção no ano de 2010 (Fig. 9).





Figura 9: Fábrica de Chocolates Cacaway, Medicilândia/PA

Foto: Luciana Freire, dezembro/2016.

A geodiversidade representa o conceito-chave essencial na definição dos elementos naturais e culturais que irão compor os valores que fundamentam a estratégia de geoconservação.

Uma vez que as ações de proteção do meio ambiente estão vinculadas à definição de valores que hierarquizem os lugares de maior necessidade de proteção, seja por serem lugares de extrema beleza ou por terem importância para os ecossistemas regionais ou mundiais, os locais em que a geodiversidade está presente também têm valores que precisam ser definidos pelas pessoas que trabalham com tal enfoque (Silva & Nascimento 2016).

Os parâmetros de valores que serão apresentados têm fundamentação não somente na geodiversidade representada pelos componentes de natureza abiótica (tais como rochas, solos, minerais, rios), mas também nas paisagens resultantes das relações estabelecidas entre o ser humano e a natureza (história da região, atividades econômicas, urbanização), contextualizados e reconhecidos pela geoecologia de paisagens. Por mais que o objeto de estudo esteja focado no elemento abiótico seria impossível não considerar o conjunto de elementos que o integram, justificando assim as propostas de planejamento ambiental e geoconservação.

Em seguida, será apresentada uma proposta de planejamento ambiental, com foco na geoconservação, que deverá contribuir para proteção, promoção e valorização do patrimônio geológico da caverna do Limoeiro e seu entorno. Esta proposta visa colaborar para a criação de atividades sustentáveis de geração de renda através do geoturismo, consolidando o desenvolvimento social e sustentável naquela área, unindo ao fortalecimento da sua identidade cultural representada pelo cultivo do cacau.

## Valores da Geodiversidade local

De acordo com Brilha (2016), as estratégias de geoconservação devem ser aplicadas a partir da constatação de ocorrência de diversidade natural, representadas pela geodiversidade e biodiversidade, as quais serão avaliadas e classificadas para o desenvolvimento de ações de proteção. No caso da geodiversidade, o autor elenca os pontos que apresentam valores a serem considerados como elementos do Patrimônio Geológico.

Para a definição dos elementos da paisagem a serem protegidos faz-se necessário classificar os valores da geodiversidade dos lugares propostos, os chamados *geossítios*, afim de facilitar o processo de geoconservação e determinar os usos adequados. Essa valoração está baseada em Gray (2004, 2013). O ponto de partida refere-se ao reconhecimento do valor intrínseco, que é o valor do elemento paisagístico simplesmente pelo que ele é, sequenciado pelos serviços por ele ofertado. Para cada serviço tem-se bens e processos naturais que o caracterizam. O valor intrínseco é correspondente ao valor científico da geodiversidade, uma vez que está disponível para o ser humano avaliar e valorar.

## Caverna do Limoeiro

Como já descrito anteriormente, a caverna do Limoeiro destaca-se por ser uma unidade cárstica formada por rochas areníticas e representar a 2ª maior em extensão da Província Espeleológica Altamira-Itaituba. Trata-se de um geossítio de destaque na paisagem amazônica, sendo valorizado por visitantes e

pesquisadores da região (Fig. 10). Uma vez definido o valor intrínseco da caverna, são identificados os serviços de conhecimento, de regulação, suporte e cultural.

O serviço de conhecimento ganha ênfase, uma vez que a partir das pesquisas desenvolvidas sobre a caverna pode-se obter dados que colaborem para entender sua estrutura, características, formação cárstica, por meio da história da terra e emprego de usos nesse elemento da geodiversidade. Tais estudos permitem a formação de profissionais ligados à pesquisa e incentivo à educação ambiental. Vale ressaltar que os estudos em cavernas de arenito ainda são poucos, sendo o serviço de conhecimento fundamental para os diversos estudos sobre geomorfologia cárstica em rochas não carbonáticas.

A partir do conhecimento, pode-se entender o serviço de regulação, referente à presença de processos geomorfológicos, nesse caso representados pela dinâmica cárstica envolvida na modelagem das feições da caverna.



Figura 10: Entrada principal da caverna do Limoeiro  
Foto: Luciana Freire, dezembro/2016.

Já o serviço de suporte é identificado principalmente em como as características do ambiente espeleológico, com pouca ou nenhuma luminosidade (ambiente afótico), são utilizados como habitat de determinadas espécies (Fig. 11). Sabe-se que o ambiente cavernícola apresenta uma fauna diversificada, em que determinadas espécies adaptaram-se e/ou desenvolveram-se para viverem em completo isolamento geográfico, assim classificados como os troglóbios, tais como os amblipígeos. Existem outras espécies, exemplificadas pelos morcegos, não exclusivos dali, utilizando-se da caverna apenas para abrigo ou local de reprodução, classificados como Troglóxenos.

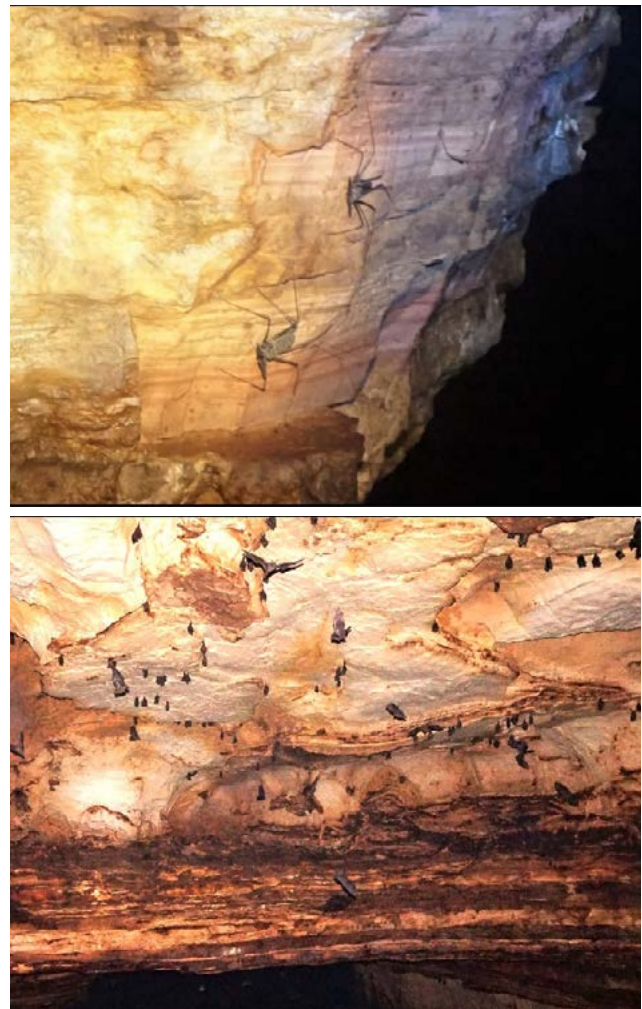


Figura 11: Presença de amblipígeo (à esquerda) e morcegos (à direita) em diferentes ambientes da caverna do Limoeiro, Mecedilândia/PA.

Fotos: Luciana Freire, agosto/2015 e dezembro/2016.

O serviço cultural é identificado pela própria paisagem espeleológica, que contrasta com a paisagem florestal que encontra-se no entorno da caverna. O interior da caverna demonstra formas que atraem a curiosidade do ser humano, bem como espeleotemas que apresentam formas que aguçam a imaginação, inspirando significados culturais e históricos. Assim, a caverna do Limoeiro desperta para a prática de atividades de lazer e geoturismo, as quais possam vir a oferecer o desenvolvimento social e a educação ambiental.

### Lagoa Azul

Ressurgências como nas proximidades da caverna do Limoeiro existem vários pontos de nascentes fluviais, as quais desempenham papel fundamental no sistema hídrico da região. Por vezes, essas nascentes encontram-se em áreas mais rebaixadas, assemelhando-se a um afloramento de água subterrânea que, ex-

posta, forma um lago. Nesse contexto, tem-se o geossítio da lagoa Azul, que com sua beleza paisagística representa um atrativo nos caminhos da visitação da caverna no município de Medicilândia. A paisagem é composta não apenas pelo manancial de hídrico da lagoa Azul, mas também por uma queda d'água de aproximadamente 10 metros de altura. Trata-se de outra fonte de nascente fluvial que escoa para um precipício formado por um paredão de arenito (Fig. 12).

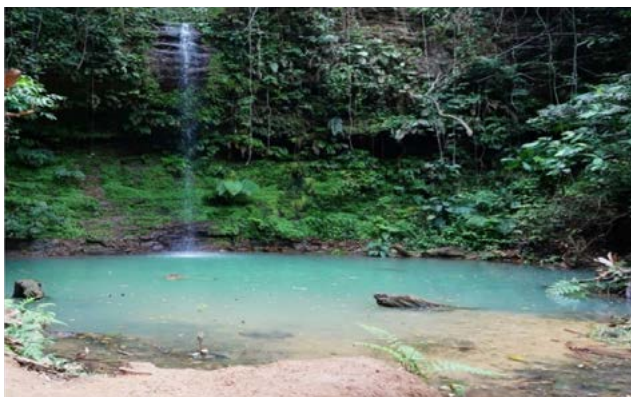


Figura 12: Lagoa Azul, Medicilândia/PA.

Foto: Luciana Freire, dezembro 2016.

Uma vez valorizado simplesmente pelas potencialidades naturais, no geossítio da lagoa Azul são identificados os serviços de regulação, de conhecimento, suporte e cultural.

Inserido no contexto de um sistema hidrológico, o serviço de regulação é explicado devido à participação das nascentes que alimentam a lagoa, as quais são fundamentais para que os igarapés e os rios da região mantenham-se sua dinâmica fluvial. Vale lembrar que tais nascentes estão inseridas em um sistema maior, que é a bacia do rio Xingu e, por sua vez, participa da Bacia Hidrográfica Amazônica, caracterizando assim os processos atmosféricos e oceânicos.

O serviço de conhecimento é importante na medida em que estudos sobre a capacidade de suporte e análise dos processos hidrológicos servem como subsídios para propostas de utilização da lagoa, bem como sua exploração educacional e voltadas para práticas de lazer (rapel, banhos, mergulho, etc). A base e o processo principal desse serviço da geodiversidade é o monitoramento ambiental, caracterizado pelo estudo e acompanhamento sistemático da lagoa, o qual irá subsidiar medidas de planejamento das formas de uso capazes de manter as condições ideais dos recursos naturais (equilíbrio ecológico).

O serviço de suporte apresentado pelo sistema lacustre (a lagoa em si) configura-se como o ambiente de habitat natural para o desenvolvimento de um ecossistema específico, o quais abrange uma biodiversidade de espécies da fauna e flora dependentes dali.

Já como serviço cultural, se vê a relação da sociedade com o geossítio e seu significado social ou comunitário, a lagoa Azul destaca-se à primeira vista, pela estética da paisagem. Esta paisagem revela o bem da qualidade ambiental, trazendo benefícios psicológicos ou fisiológicos para o ser humano e melhorando a vida das pessoas de forma não material (Silva 2016). Na mesma linha de raciocínio, o que é belo aos olhos serve de inspiração artística, no momento em que essa paisagem pode ser projetada em pinturas e fotografias, ou mesmo ser lembrada para composição de músicas ou poesias. Nesse contexto, a proposição de práticas de geoturismo e de lazer, tal como ocorre na caverna do Limoeiro, desperta para que haja o processo de desenvolvimento social.

### Ponte de Pedra

A Ponte de Pedra é uma escultura em rocha, de origem sedimentar, esculpida naturalmente pelos processos de intemperismo e erosão. Está localizada em um igarapé que, ao longo dos anos, traçou um caminho sobre a estrutura rochosa. A “ponte”, porém, resistiu até a atualidade, chamando atenção como elemento natural. Provavelmente tratam-se de rochas sedimentares da Formação Ererê, da Bacia do Amazonas, de acordo com sua localização no mapa geológico da CPRM (Vasquez & Rosa-Costa 2008). Esta formação geológica é constituída por siltitos, folhelhos e arenitos, formados a partir de sedimentos depositados no Mesodevônico, a cerca de 390 Ma atrás (Cunha *et al.* 2007). Localmente, ocorreu um contínuo processo de erosão que atuou de forma diferencial, uma vez que os níveis mais resistentes à erosão se preservaram, formando assim a “ponte de pedra” (Fig. 13).



Figura 13: “Ponte de Pedra”, localizada no balneário de mesma denominação no município de Medicilândia/PA.

Foto: Luciana Freire, dezembro/2016.

A partir do valor intrínseco do geossítio, na Ponte de Pedra destacam-se os serviços de conhecimento e cultural. Os serviços de conhecimento se deve, primeiramente, pela sua história geológica, a qual possibilita entender sua estrutura e os processos envolvidos para obter as respostas sobre sua formação. Os afloramentos rochosos da 'ponte' permitem assim descrever a história da Terra, sua idade e transformações ao longo do tempo geológico. Esse conhecimento científico, por sua vez, são essenciais para que o ser humano possa monitorar o geossítio e definir suas condições atuais e ações de preservação a fim de mitigar impacto ambientais. Por fim, um bem de suma importância para a região é a educação e emprego, com o desenvolvimento de ações de educação ambiental e trabalhos de campo para o conhecimento geocientífico.

No serviço cultural, não muito diferente do que ocorre na lagoa Azul, destacam-se os bens e processos do turismo e lazer, que já se desenvolvem por fazer parte de um balneário, trazendo o desenvolvendo social e qualidade ambiental para a população da região. A paisagem da Ponte de Pedra também inspira artística e culturalmente os que a frequentam, evocando lendas e histórias que envolvem a comunidade local.

### Uma proposta de gestão: fase de prognóstico

A partir dos geossítios reconhecidos no tópico anterior, é possível empreender um plano que vise a conservação do patrimônio geológico, tendo como foco central o elemento espeleológico aqui exemplificado pela Caverna do Limoeiro. A proposta de geoconservação da caverna objetiva integrar os pontos de interesse da geodiversidade inventariados, tomando-se como base os serviços e bens por eles oferecidos.

Esta fase de prognóstico, ou de projeção, refere-se aos cenários idealizados para ordenar as formas de uso, por meio da elaboração de um plano ambiental. Trata-se do desenho de um modelo com as perspectivas das atividades a serem desempenhadas aliadas às alternativas de proteção ambiental. Vale salientar que a necessidade de geoconservação parte do fato de que muitos dos recursos da geodiversidade existentes são peças únicas da composição de uma paisagem. Além da valoração aqui apresentada, é importante que haja uma participação da população e gestores locais.

Esta proposta de planejamento ambiental e geoconservação molda-se em algumas partes, dentre as quais são destacados o levantamento do potencial geoturístico e as propostas de ações de proteção e gestão ambiental.

### Potencial Geoturístico: projeção de cenários de visitação

A Província Espeleológica Altamira-Itaituba encontra-se inserida na região Xingu, definida pelo estado do Pará por meio do decreto estadual nº 1.066, de 19 de junho de 2008. Assim, a Secretaria de Estado do Turismo (SETUR) considerou o Polo Xingu, representado pelos mesmos municípios que compõe a divisão regional administrativa: Altamira, Anapu, Brasil Novo, Gurupá, Medicilândia, Pacajá, Placas, Porto de Moz, Senador José Porfírio, Uruará e Vitória do Xingu.

Turisticamente, o Polo Xingu ainda precisa de grandes avanços, não apresentando investimentos por parte dos governos municipais e estadual. O que se observa é um turismo individualizado, voltado mais especificamente para a pesca esportiva ou navegação no rio Xingu para conhecer de perto tribos indígenas, porém tratando-se de visitantes bastante restritos. A porta de entrada principal do Polo é o município de Altamira, onde está localizado o aeroporto e uma infraestrutura que atende a toda a região.

A riqueza espeleológica do Polo Xingu ainda é objeto de curiosidade local, seja de moradores das proximidades, seja por pesquisadores universitários. Quando são alvo de busca por lazer, em geral está associada a outros elementos atrativos, como as cachoeiras, por exemplo. A caverna do Limoeiro, mesmo não estando ao lado de uma cachoeira ou outro atrativo recreativo, uma vez que a Lagoa Azul ainda está a cerca de 1 quilômetro do local, tem potencialidade para o espeleoturismo que merece destaque. A frequência de visitantes é baixa, em geral por parte dos moradores da propriedade particular onde está localizada.

Além do turismo motivado pela contemplação e aventura, o espeleoturismo inclui também visitas com objetivos para fins de estudos técnicos e científicos, bem como práticas de educação ambiental através de aulas de campo. Esse contraponto entre atividades de lazer e educacional caracteriza-se pelo número reduzido de visitantes (Lobo *et al.* 2010).

A partir da proposta de se criar um ponto de visitação turística na caverna do Limoeiro, deve-se criar um plano de manejo espeleológico e inseri-la em uma rota de visitação turística. O plano de manejo espeleológico (PME) é um instrumento que visa criar normas e realizar o ordenamento sobre o uso da cavidade natural subterrânea, seja para atividades turísticas, religiosas ou culturais, inseridos no contexto jurídico brasileiro pela Resolução nº 347, de 10 de setembro de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 2004). A proposta estabelece um zoneamento adequado da caverna e de sua área de entorno, proporcionando meios e condições para seu uso sustentável, inclusive com a possibilidade de implantação de estruturas físicas necessárias ao seu acesso e sua gestão.

O processo de planejar e implementar os Planos de Manejo Espeleológico é complexo, dispendioso e requer dos profissionais envolvidos observações anteriores para definição do quadro em seu estado natural e após o início da implantação de visitação mais intensiva. A observação e o controle também devem ocorrer *a posteriori* e por tempo indeterminado. (Scaleante 2003).

Antes mesmo de desenvolver o PME da caverna, deve-se realizar uma análise integrada do ambiente em que está inserida, por meio de uma delimitação espacial que leva em conta critérios de atratividade, público interessado e contextualização local e regional. Seria uma associação do espeleoturismo a outras modalidades de turismo (tais como o turismo de aventura, o ecoturismo e o turismo rural), demonstrando que o atrativo vai além do aproveitamento da paisagem cárstica.

Os potenciais da geodiversidade local já foram definidos em três geossítios: caverna do Limoeiro, La-

goa Azul e Ponte de Pedra. Todos pertencem ao município de Medicilândia, que seria então uma primeira aproximação a delimitação espacial para a integração dos geossítios. O município ainda ganha destaque por contar com a maior produção de cacau da região Amazônica. E, por tratar de Amazônia, tem ainda área de floresta nativa, onde estão inseridos os potenciais de geodiversidade.

A rota de visitação turística estaria ligada a três tipos de atrativos locais: a geodiversidade, a biodiversidade e a cultura do cacau. A ideia seria unir essas três fontes de interesse, desenvolvendo atividades em conjunto para os visitantes do município de Medicilândia. Assim, baseado em Lobo *et al* (2010), no quadro da tabela 1 são apresentados os pontos turísticos sugeridos e as formas de uso considerando-se uma proposta para visitação. Na Figura 14, tem-se a espacialização desse roteiro de visitação.

Tabela 1: Perfis de visitantes considerados para a análise do uso público

Fonte: Adaptado de Lobo *et al*. 2010.

Atrativo turístico	Perfil geral	Perfis específicos	Descrição de atividades	
Caverna do Limoeiro	Espeleoturismo	Contemplação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lazer contemplativo em cavernas;</li> <li>Educação ambiental com escolas;</li> </ul>	
		Estudo do meio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práticas de ensino com universidades, para visualização <i>in loco</i> das teorias estudadas;</li> </ul>	
		Monitoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lazer ativo/interativo, com ou sem o uso de técnicas verticais;</li> <li>Condução de turistas.</li> </ul>	
	Espeleologia Técnica	Aventura		
		Prospecção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação de trechos dentro da caverna;</li> </ul>	
		Espeleotopografia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapeamento espeleológico;</li> </ul>	
		Espeleofotografia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práticas e técnicas de fotografia em cavernas;</li> </ul>	
Espeleologia Científica	Pesquisa Básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iniciação de membros de grupos de espeleologia;</li> </ul>		
	Pesquisa Aplicada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise do impacto da visitação na fauna cavernícola;</li> </ul>		
Lagoa Azul		Contemplação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lazer contemplativo dos recursos naturais;</li> <li>Recreação, com banhos;</li> </ul>	
Floresta Nativa	Ecoturismo	Estudo do meio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Educação ambiental com escolas e universidades;</li> </ul>	
		Turismo de Aventura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lazer ativo/interativo, com trilha ecológica e o uso de técnicas verticais;</li> <li>Condução de turistas;</li> </ul>	
Ponte de Pedra		Aventura		
Propriedades rurais	Turismo Rural ou agroturismo	Conhecimento da Tradição local	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lazer contemplativo na visitação de propriedades rurais tradicionais;</li> <li>Hospedagem domiciliar e familiar;</li> <li>Apreciação da comida regional;</li> </ul>	
		Estudo do meio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recreação, entretenimento e atividades pedagógicas vinculadas ao contexto rural;</li> </ul>	
Fábrica de Chocolate		Beneficiamento industrial do cacau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práticas de ensino com universidades, para visualização <i>in loco</i> das teorias estudadas;</li> <li>Conhecer a produção de chocolate e compras de produtos derivados do cacau.</li> </ul>	

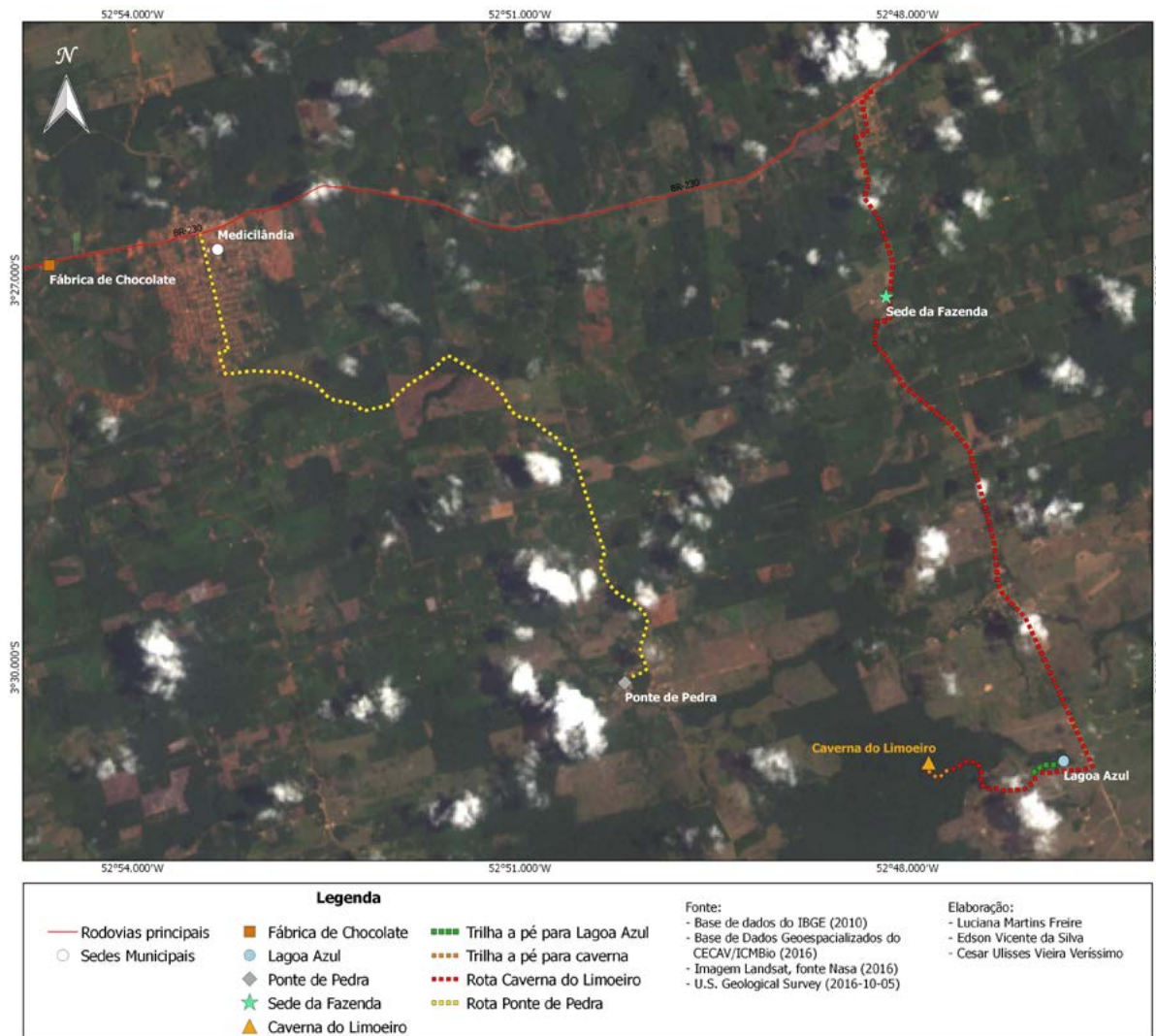


Figura 14: Mapa dos pontos de visitação e formas de uso, considerando-se uma proposta para geoturismo. Fonte: Adaptado de Freire 2017.

A definição do perfil de visitantes é importante para se conhecer o que e como serão aplicadas as atividades turísticas, além do fato de que a intensidade e os tipos de impactos podem ser maiores ou menores. Cada grupo de visitantes tem uma percepção diferente sobre o meio que visita: existe o turista aventureiro, o turista familiar, ou mesmo o turista interessado somente na contemplação da paisagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da geodiversidade eleva a importância quando se trata de proteção dos elementos abióticos. As geociências apresentam em seus estudos instrumentos que auxiliam na análise da paisagem de forma integrada, a qual alia-se perfeitamente a metodologia geossistêmica. Soma-se, ainda, a atribuição dos valores da geodiversidade para enfatizar a importância ambiental a fim de se estabelecer a proposta de geoconservação.

A partir dos geossítios reconhecidos, foi possível empreender um plano que vise a conservação do patrimônio geológico, tendo-se como foco central o elemento espeleológico aqui exemplificado pela Caverna do Limoeiro. O levantamento da geodiversidade da caverna e seu entorno objetivou integrar os pontos de interesse, tomando-se como base os serviços e bens por eles oferecidos, gerando assim subsídios para desenvolver planos de geoconservação e geoturismo.

Nesse sentido, esta pesquisa apresenta algumas contribuições necessárias para o desenvolvimento de uma proposta de planejamento ambiental, com foco na geoconservação, a qual visa contribuir para proteção, promoção e valorização do patrimônio geológico da caverna do Limoeiro e seu entorno. Colabora, assim, para a criação de atividades sustentáveis de geração de renda através do geoturismo, consolidando o desenvolvimento social e sustentável naquela área, unindo ao fortalecimento da sua identidade cultural representada pelo cultivo do cacau.

## REFERÊNCIAS

- Ab'Saber A.N. 2003. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo, Ateliê Editorial, 176 p.
- Bertrand G. 1972. Paisagem e Geografia Física Global - esboço metodológico. *Revista Ra'e Ga*, 8:141-152.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. 2009. *AAI - Avaliação Ambiental Integrada: aproveitamentos hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu*. v. 2. São Paulo, Eletrobrás, 209 p.
- Brilha J. 2016. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8(2):119-134.
- Brilha J. 2005. *Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Viseu, Palimage Editores, 190 p.
- Brasil. ICMBio. Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. 2017. *Diretrizes e Orientações Técnicas para a Elaboração de Planos de Manejo Espeleológico*. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/downloads/Orientacoes/Diretrizes\\_PME\\_sitio\\_CECAV.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/downloads/Orientacoes/Diretrizes_PME_sitio_CECAV.pdf). Acesso em: 16 jan. 2017.
- Christofoletti A. 1999. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher, 256 p.
- Christofoletti A. 1979. *Análise de Sistemas em Geografia*. São Paulo, Hucitec, 106 p.
- CONAMA. 2004. Resolução n. 347, de 10 de setembro de 2004. In: Brasil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. *Resoluções do CONAMA: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012*. Ed. Especial. Brasília, DF, MMA, p. 54-55.
- Dantas M.E. & Teixeira S.G. 2013. Origem das Paisagens. In: João X.S.J., Teixeira S.G., Fonseca D.D.F. *Geodiversidade do estado do Pará*. Belém, Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 256 p.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. 2009. *Aproveitamento hidrelétrico Belo Monte: relatório de impacto ambiental-RIMA*. Brasília, ELETROBRÁS, 197 p.
- FADESP - Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa. 2001. *EIA-RIMA UHE Belo Monte, estudo do meio físico: patrimônio Espeleológico, relatório final*. Belém, Fadesp.
- Freire L.M. 2007. *Paisagens de Exceção: problemas ambientais no município de Mulungu, Serra de Baturité-CE*. MS Dissertation, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- Freire L.M. 2017. *Geoconservação de Patrimônio Espeleológico na Amazônia: proposta de planejamento ambiental para a província espeleológica Altamira-Itaituba (PA)*. PhD Thesis, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 211 p.
- Gray M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1. ed. Chichester, John Wiley & Sons, 434 p.
- Gray M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2. ed. Chichester, John Wiley & Sons, 495 p.
- Grupo Espeleológico Paraense - GEP. 2001. *Patrimônio Espeleológico: cavernas areníticas do trecho Altamira-Itaituba, PA, relatório interno*. Belém, GEP.
- Lobo H.A.S., Marinho M. de A., Trajano E., Scaleante J.A.B., Rocha B.N.R., Scaleante O.A.F., Laterza F.V. 2010. Planejamento ambiental integrado e participativo na determinação da capacidade de carga turística provisória em cavernas. *Turismo e Paisagens Cársticas*, 3(1):31-43.
- Pinheiro R.V.L., Maurity C.W., Pereira E. 2015. Cavernas em arenito da província espeleológica Altamira-Itaituba: dados espeleogenéticos com base no exemplo da Gruta das Mãos (PA), Amazônia, Brasil. *Espeleo-Tema*, 26(1p.5-18).
- Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. 1974. *Folha SA.22 Belém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra*. v. 5. Rio de Janeiro, DNPM, 433 p.
- Monteiro C.A.F. 2000. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo, SP, Contexto 127 p.
- Nascimento M.A.L., Schobbenhaus C., Medina A.I.M. 2008. Patrimônio geológico: turismo sustentável. In: Silva C.R. (ed.). *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro, Serviço Geológico do Brasil - CPRM, p. 147-162.
- Rodriguez J.M.M. & Silva E.V. 2013. *Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistemas*. Fortaleza, Edições UFC.
- Scaleante J.A.B. 2003. *Avaliação do impacto de atividades turísticas em cavernas*. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas
- Silva C.R., Dantas M., Marques V.J., Shinzato E. 2008. Aplicações Múltiplas do Conhecimento da Geodiversidade. In: Silva C.R. (ed.). *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro, CPRM, p. 181-204.
- Silva M.L.N. & Nascimento M.A.L. 2016. Os Valores da Geodiversidade de Acordo com os Serviços Ecossistêmicos Sensu Murray Gray Aplicados a Estudos In Situ na Cidade do Natal (RN). *Caderno de Geografia*, 26(2):338-354.

Sharples C. 2002. *Concepts and principles of geoconservation*. 3. ed. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 79 p.

Sotchava V.B. 1978. *Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre*. São Paulo, Instituto de Geografia USP.

Sotchava V.B. 1977. *O estudo de geossistemas*. São Paulo, Instituto de Geografia USP.

Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE. 2016. *Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil*. Disponível em: <http://cnc.cavernas.org.br/cnc/Stats.aspx>. Acesso em: 30 nov. 2016.

Vasquez M.L. & Rosa-Costa L.T. (Orgs.). 2008. *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará*: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Belém, Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 329 p.