



## ANAIS do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Eldorado SP, 15-19 de julho de 2015 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br/33cbeanais.asp](http://www.cavernas.org.br/33cbeanais.asp)

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

FREIRE, L.M.; SILVA, E.V.; VERÍSSIMO, C.U.V.; LIMA, J.S.. Carste não-carbonático da Amazônia: análise geoecológica da província espeleológica Altamira-Itaituba (PA). In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. *Anais...* Campinas: SBE, 2015. p.461-470. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe\\_461-470.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_461-470.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## CARSTE NÃO-CARBONÁTICO DA AMAZÔNIA: ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA-ITAITUBA (PA)

*KARST IN NON-CARBONATE ROCKS OF THE AMAZON: GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE  
SPELEOLOGICAL PROVINCE ALTAMIRA-ITAITUBA (PA)*

**Luciana Martins FREIRE (1); Edson Vicente da SILVA (2); César Ulisses Vieira VERÍSSIMO (3);  
Joselito Santiago de LIMA (4)**

(1) Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, PA.

(2) Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geografia, CE.

(3) Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geologia, CE.

(4) Universidade Estadual do Ceará, Pós Graduação em Geografia, CE.

Contatos: [lumartinsfreire@hotmail.com](mailto:lumartinsfreire@hotmail.com); [lucianamf@ufpa.br](mailto:lucianamf@ufpa.br).

### Resumo

A Espeleologia é uma área de estudo que se dedica a investigar a natureza, a gênese e os processos de formação das cavidades naturais subterrâneas (as quais incluem diferentes denominações como cavernas, grutas, abrigos, etc.) e suas feições relacionadas, incluindo ainda os aspectos biológicos (fauna e flora). Como exemplo, a presente pesquisa apresenta a Província Espeleológica Altamira-Itaituba (Estado do Pará), situada na faixa de contato dos domínios geológicos da Bacia Sedimentar do Amazonas e do Embasamento Cristalino do Complexo Xingu. Na metodologia foi realizada uma análise geocológica da paisagem da Província, por meio da utilização do enfoque sistêmico. A inexistência de unidades de conservação na Província leva a uma preocupação inicial, uma vez que esses ambientes são configurados por formas de relevo desenvolvidas em rochas cársticas não carbonáticas. Considerando-se que a Espeleologia é uma atividade de múltiplo sentido (científico, esportivo, turístico e sociocultural), faz-se necessário a proposição de planejamento ambiental aliada ao conceito de geoconservação. Tem-se, então, uma contribuição à pesquisa espeleológica, ampliando os estudos voltados para o conhecimento de patrimônios geológicos na Amazônia, destacando-se um estudo sobre carste em rochas não carbonáticas.

**Palavras-Chave:** Análise Geocológica, Carste não-carbonático, Amazônia.

### Abstract

*The Speleology is an area of study that is dedicated to investigating the nature, genesis and formation processes of natural underground cavities (which include different denominations such as caves, shelters, etc.) and their related features, including even the biological. As an example, this research shows the Altamira-Itaituba Speleological Province (Pará), located in the contact strip of that following geologic domains: Amazonas Sedimentary Basin and of crystalline base of Xingu Complex. The geological structure is sandstones of Maecuru Formation and shale of Curuá Formation. This research is developed from the geocologic analysis of the landscape of the Speleological Province, though a systemic method. The lack of protected areas in the Province detaches an important concern, since these environments are configured by landforms developed in karst rocks, not carbonate. Considering that the Speleology is a multiple sense activity (scientific, sports, tourism and socio-cultural), it is necessary to propose an environmental plan combined with the concept of geoconservation. This is a contribution to the speleological research, broadening the studies focused on the knowledge of geological heritage in Amazon, highlighting a study about karst in non-carbonate rocks.*

**Key-words:** *Geocological Analysis, Karst in Non-Carbonate Rocks, Amazon.*

### 1. INTRODUÇÃO

Espeleologia (do grego *spelaiion* = “caverna”) é a ciência que estuda as cavidades naturais subterrâneas que se desenvolvem por meio de fenômenos cársticos, abrangendo conhecimentos

sobre sua formação e caracterização geológica, sua biodiversidade, além do estabelecimento de planos de preservação e conservação. Trata-se de um ramo das ciências ambientais ainda pouco desenvolvido no Brasil, apresentando uma fundamentação teórica

sistêmica, envolvendo a interdisciplinaridade e englobando varias áreas de conhecimento e pesquisa, tais como Geologia, Geografia, Biologia, Hidrologia, Arqueologia, Antropologia e Turismo, entre outras.

A Região Amazônica é caracterizada por feições geológico-geomorfológicas de terras baixas florestadas, rica biodiversidade e porte hídrico de destaque mundial. Nela são identificadas unidades de sistemas ambientais diferenciadas pela complexidade nas interações dos seus recursos naturais, onde se destaca a presença de paisagens cársticas. Algumas dessas paisagens de exceção encontram-se inseridas no contexto geológico da bacia sedimentar do Amazonas, no qual se apresentam cavidades naturais subterrâneas, mais comumente designadas como cavernas, que fazem parte de um conjunto paisagístico denominado Província Espeleológica, composta por rochas susceptíveis aos processos cársticos.

Apesar de o termo carste ser originalmente adotado para o estudo da formação de cavidades naturais subterrâneas em rochas carbonáticas, sabe-se que existem cavernas desenvolvidas em rochas onde a solubilidade não é o processo de formação preponderante, tais como arenitos, quartzitos, gnaiesses, micaxistos, basaltos e rochas vulcânicas alcalinas, indicando uma nova abordagem da Geomorfologia Cárstica. Esta pesquisa apresenta, por sua vez, a Província Espeleológica Altamira-Itaituba, localizada no estado do Pará, que se define pelo conjunto de cavidades naturais subterrâneas com diferentes feições endogenéticas, em sua maioria desenvolvida em estrutura arenítica. Diante do exposto, uma das propostas desta pesquisa trata de ampliar os estudos sobre carste em rochas não carbonáticas, contribuindo para os estudos espeleológicos no Brasil, além de também fomentar uma discussão a respeito desses ambientes na Região Amazônica, trazendo instrumentos e estratégias para a geoconservação do patrimônio espeleológico.

## 2. METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa desenvolveu-se por meio do dialogo da fundamentação teórica e metodológica, a partir da investigação sobre a dinâmica de estruturação das unidades de paisagem espeleológica. Assim, a pesquisa é fundamentada na análise geoecológica da paisagem (RODRIGUEZ; SILVA, 2004), oferecendo as bases para o conhecimento sobre a formação geológico-geomorfológico das unidades paisagísticas, a sua

caracterização ambiental e a avaliação do estado atual de conservação dos recursos naturais que as constituem.

Outro momento do levantamento de bibliografias está relacionado com textos e documentos que subsidiaram a identificação das paisagens espeleológicas alocadas no domínio da Amazônia. Assim, 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. As informações referentes à área da Província Espeleológica Altamira-Itaituba foram adquiridas com base no exame e análise de material bibliográfico e cartográfico produzido por instituições oficiais, tais como: Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas / Instituto Chico Mendes (CECAV/ICMBio); Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE); Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); Projeto RADAM Brasil, produzido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); arquivo técnico-científico do Grupo Espeleológico Paraense – GEP, artigos científicos (PINHEIRO, MOREIRA e MAURITY, 2001) e documentos exigidos para a autorização da implantação do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte, tais como a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu (BRASIL/MME, 2009) e Estudo de Impactos Ambiental (EIA) do AHE Belo Monte (ELETRONORTE, 2009).

Juntamente com o material adquirido, foi realizada a interpretação de imagens de sensoriamento remoto, adquiridas também em instituições oficiais como o Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE), Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) e IBGE. Com o acompanhamento de cartas e mapas já produzidos sobre a região estudada (CECAV/ICMBio; SBE; CPRM; IBGE; ELETRONORTE, Ministério de Minas e Energia, INPE, SIPAM), o ambiente foi documentado por fotografias e georreferenciado por GPS (*Global Positioning System*).

Em expedição às cavidades naturais subterrâneas contidas na Província Espeleológica Altamira-Itaituba, chegou-se a caracterização e à avaliação do ambiente, abordando os seguintes aspectos: o contexto geomorfológico de formação; a caracterização das formas de relevo; processos de gênese e geomorfogênese das cavernas; as formas de uso e ocupação do solo; as condições de acesso; a qualidade ambiental; e a fragilidade e vulnerabilidade ambiental.

O procedimento cartográfico constitui-se por meio da elaboração de mapeamento básico e temático, realizado na escala de interpretação de imagens de satélite disponíveis pelo INPE, em seu catálogo de imagens CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite* ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) e no Projeto PRODES (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), que inclui o mosaico de imagens *LandSat (Land Remote Sensing Satellite)*. Acrescenta-se, ainda, a utilização de imagens do *Google Earth* numa complementação de informações. A construção do banco de dados consiste no levantamento de dados de interesse disponível sobre a área da Província Espeleológica Altamira-Itaituba, na seleção criteriosa e na padronização desses dados, apresentando como produtos tabelas correlacionáveis que serão introduzidas em ambiente SIG utilizando o *software* livre *Quantum GIS 2.2.0*, desenvolvido pelo projeto *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*. A proposta de escala do mapeamento final é de 1:100.000. Destaca-se uso de dados geoespaciais (planos de informação em formato *shape file*) disponíveis para *download* gratuito na internet. A base de dados geoespacializados das cavernas do Brasil, fornecido pela CECAV/ICMBio, oferece um inventário das cavidades naturais subterrâneas brasileiras em constante atualização. Demais dados em *shape file* foram adquiridos em pesquisa *webográfica*, capturados de sites de órgãos oficiais, tais como: IBGE, CPRM, MMA (Ministério do Meio Ambiente) e DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa apresenta um exemplo de carste desenvolvido em região tropical, da Amazônia brasileira, chamada de Província Espeleológica Altamira-Itaituba, localizada no estado do Pará. A Província situa-se na bacia sedimentar Amazônica, e integra um conjunto de cavidades subterrâneas naturais com diferentes feições endogenéticas, em sua maioria desenvolvida em rochas areníticas da Formação Maecuru, pertencente ao Grupo Urupadi sobreposta ao Grupo Trombetas (VASQUES & ROSA-COSTA, 2008).

Em se tratando de paisagem cárstica, a Província apresenta um sistema espeleológico diferenciado, apresentando feições desenvolvidas

predominantemente no contexto de rochas areníticas. Dessa forma, a carstificação não se apresenta condicionada a dissolução de rochas carbonáticas e sim pela ação mecânica da água que vai tornando-se um dos principais fatores de esculturação das cavidades, gerando então um exemplo de carste não-carbonático. Uma vez que as condições climáticas das regiões tropicais apresentam uma precipitação anual com médias pluviométricas de 1000 a 4000 mm, a erosão hídrica age mecanicamente de maneira mais intensa nos processos de desenvolvimento dessas cavernas. Contudo, as condições de altas temperaturas e umidade, bem como a presença de matéria orgânica abundante, fazem com que o ambiente produza mais CO<sub>2</sub>, resultando na atividade química nas rochas, ao passo que a ação química da água apresente papel fundamental na dissolução intergranular.

A literatura brasileira sobre Geomorfologia Cárstica quase não faz menção a esses sistemas espeleológicos diferenciados, entretanto, sabe-se que o número desse tipo de caverna é representativo. De acordo com os dados do Cadastro Nacional de Cavernas da Sociedade Brasileira de Espeleologia (CNC/SBE, 2014), as cavernas de calcário e dolomita representam 67,8% do total registrado, demonstrando assim um número de pouco mais de 30% de cavernas desenvolvidas em rochas não carbonáticas (Tabela 01). Apesar do número reconhecido desses litotipos, as pesquisas que tratam da espeleogênese em feições não carbonáticas e fenômenos cársticos associados a ela ainda são bastante reduzidas. Contudo, é crescente o número de teses, dissertações e artigos científicos que tratam da temática, tais como: Wernick et al (1976), Pinheiro e Maurity (1988); Verissimo e Spoladore (1994), Sallun Filho e Karmann (2007), Hardt (2003, 2011), Hardt e Pinto (2009), Hardt e Rodet (2013), Morais & Souza (2009), Guareschi e Nummer (2010), Crescencio (2011), Morais & Rocha (2011) e Fabri e Augustin (2013).

Assim, nos últimos anos o tema ganha atenção por parte dos estudiosos científicos, a exemplo da SBE que publicou um volume de sua revista *Espeleo-tema* (v.22, 2011) com edição especial intitulada “Carste e ocorrências não cársticas em rochas não carbonáticas”, além do 7º Encontro Mineiro de Espeleologia realizado em 2014, evento com a temática “Cavernas em rochas não carbonáticas”.

**Tabela 01.** Litologia e número de cavernas do Brasil.

Litologia	Cavernas Por Litologia	% em relação ao Brasil
Calcário	4181	67,8
Metassedimentares (Quartzito, Formação Ferrífera)	751	12,2
Rochas siliciclásticas (arenitos, conglomerados, argilitos)	508	8,2
Ígneas (Granito, Basalto)	174	2,8
Dolomita	146	2,4
Carbonatos Indiferenciados	102	1,7
Mármore	58	0,9
Depósitos supérgenos (Bauxita, Canga)	42	0,7
Metaígneas (Gnaisses)	26	0,4
Xisto	18	0,3
Sem Informação	12	0,2
Tufa/Travertino	2	0
Total*	6020	100%

\*Número total registrado para definir o Ranking por Litologia.  
Fonte: Cadastro Nacional de Cavernas – CNC/SBE, 2015

A presente pesquisa soma-se como mais uma contribuição sobre a paisagem cárstica em rochas não carbonáticas, bastante comuns na Amazônia. Nesta, são analisadas as cavidades naturais subterrâneas desenvolvidas em arenitos, tendo como principais a Caverna da Planaltina, a Caverna Pedra da Cachoeira e a Caverna do Limoeiro. Destaca-se, contudo, uma tipologia peculiar no qual apresenta um exemplo raro de caverna em folhelho: a Gruta Leonardo da Vinci.

### 3.1 Análise Geocológica da Província Espeleológica Altamira-Itaituba

A Província Espeleológica Altamira-Itaituba ocorre no ambiente de contato entre a Bacia Sedimentar do Amazonas (em sua borda sul) e o Embasamento Pré-Cambriano Complexo Cristalino do Xingu. A grande Sinéclise Amazônica resultou de prolongados processos de sedimentação iniciados no paleozóico, da qual a Bacia do Amazonas estende-se por uma área de aproximadamente quinhentos mil quilômetros quadrados. Esta bacia sedimentar foi formada por sucessivas transgressões marinhas epicontinentais sobre o Cráton Amazônico, e exibe discordâncias erosivas e hiatos de sedimentação, entre o Neo-ordoviciano e o

Neoperminiano, intercalados por soerguimentos vinculados às orogenias relacionadas a abertura do Atlântico Equatorial e à separação das placas Africana, Norte-Americana e Sul-Americana durante o Cretáceo e o Paleoceno (VASQUES e ROSA-COSTA, 2008).

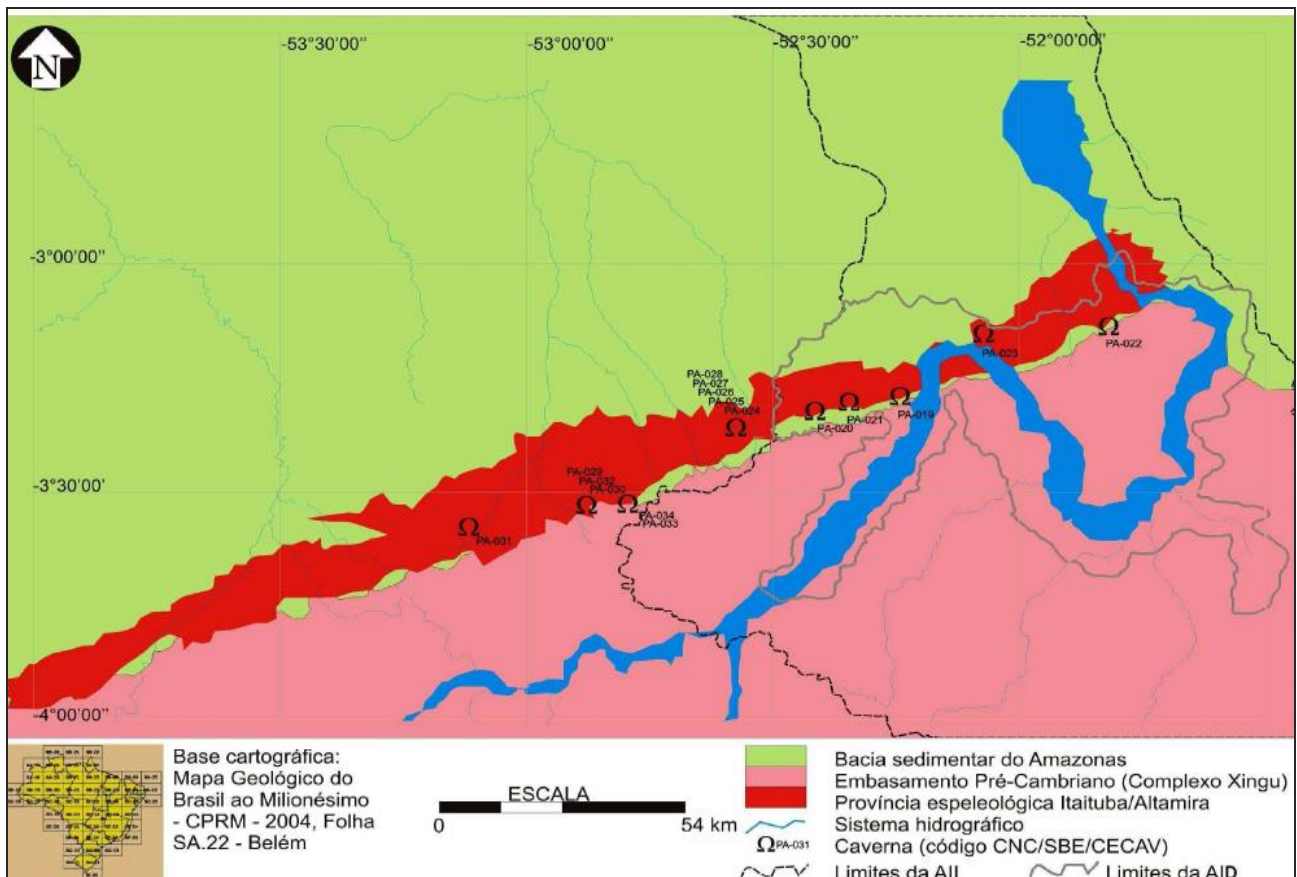
Em seguida, sobreviveram processos de estruturação, morfogêneses e sedimentação até hoje em vigor, relacionadas à atividade neotectônica do tipo transcorrente. Dois pulsos de movimentação, atribuídos aos intervalos Mioceno-Plioceno e Pleistoceno superior-Holoceno, estão representados por deslocamentos, sedimentação, morfogênese e controle de drenagem (SUGUIO, 2010, p.258).

Sendo assim, a Província concentra uma área ao sul da Bacia Sedimentar do Amazonas (Figura 01), delimitada numa estreita faixa com aproximadamente duzentos quilômetros de eixo maior e vinte e cinco quilômetros de eixo menor, orientada seguindo NE com o rio Xingu constituindo o limite leste (ELETRONORTE, 2009). Por esse motivo, as estruturas escarpadas da borda de *cuesta*, com inclinações entre três e cinco graus, apresentam boa parte das cavidades subterrâneas da Província.



A estrutura geológica das cavernas da Província apresenta-se notadamente em arenitos friáveis da Formação Maecuru, pertencente ao Grupo Arupadi sobreposta ao Grupo Trombetas, com posicionamento estratigráfico no Eo-Devoniano (VASQUES & ROSA-COSTA, 2008). “O ambiente de deposição desta unidade é flúvio-deltaico a nerítico” (CAPUTO *et al.* *apud*

VASQUES & ROSA-COSTA, 2008, p.203). A Formação Maecuru é constituída por arenitos finos com intercalações siltosas e argilo-siltosas, amarelados e avermelhados (Fig.02 e 03), além de apresentar arenitos conglomeráticos, com estratificação plano-paralela e cruzada. (Fig.04) (VASQUES & ROSA-COSTA, 2008; ELETRONORTE, 2009).



**Figura 01.** Representação da área da Província Espeleológica Altamira-Itaituba, com as principais cavernas indicadas: Caverna do Kararaô (PA-022), Gruta Leonardo Da Vinci (PA-023), Gruta Cama de Vara (PA-19), Caverna Pedra da Cachoeira (PA-21), Gruta do Tic-Tac (PA-20), Caverna Planaltina (PA-24), Gruta do Sétimo Dia (PA-25), Gruta do Arrependido (PA-26), Gruta do Urubúquara (PA-27), Gruta do Preus (PA-28), Caverna do Limoeiro (PA-33), Gruta Mbapepu'a (PA-34), Gruta do Seiko (PA-29), Gruta Pacal (PA-30), Gruta do Bico da Arara (PA-32), Furna da Cachoeira Grande (PA-31). Fonte: ELETRONORTE, 2009.

As cavidades em arenito são resultantes do processo de formação iniciada no Quaternário, diante das variações climáticas estabelecidas nesse período, por meio do entalhe dos padrões de escoamento que foram se desenvolvendo ao longo do tempo. Após a desagregação e remoção dos grãos de areia, formam-se feições erosivas designadas como *pippings* (figura 05), associadas à percolação de água infiltrada pelos sistemas fratura, gerando assim a formação de cavidades (ELETRONORTE, 2009; FABRI e AUGUSTIN, 2013).

Como a própria denominação afirma, cavidades subterrâneas naturais se desenvolveram a

partir da erosão hídrica subterrânea, realizado pelo trabalho de escavamento dessas subsuperfícies, ao passo que as aberturas das cavidades são resultantes do mergulho regional da *cuesta* e do recuo erosivo das escarpas.

As feições internas das cavidades subterrâneas naturais da Província Espeleológica Altamira-Itaituba não apresentam estalactites nem estalagmites, aspectos físicos bastante comuns em cavernas carbonáticas. São observados espeleotemas tais como feições erosivas em coralóides esféricos e *scallops*, semelhantes a “caixa de ovos” (figura 06), que “apresentam aparentemente origem

relativamente recente, associados à percolação de água pelos sistemas principais de fratura” (ELETRONORTE, 2009, p.30).



**Figuras 02.** Aspectos do teto da Caverna da Pedra da Cachoeira (Altamira/PA). Foto: Luciana Freire, 2012.

Em todos os casos, as cavernas apresentam diversos pontos de ressurgência de água, principalmente no teto, formando chuviscos que originam os espeleotemas. Essas formas em geral contam como o atrativo no interior das cavernas, oferecendo uma esculturação ruíniforme.

Destaca-se na Província paraense um caso raro de formação espeleológica em folhelhos e siltitos, presentes na Formação Curuá, onde se tem como exemplo a Gruta Leonardo Da Vinci, localizada no município de Vitória do Xingu/PA (PA-023 na Fig. 01). As rochas de folhelho constituintes da gruta apresentam-se ricas em óxidos de ferro e minerais como a pirita, evidentes pela coloração avermelhada e brilho metálico (Fig. 07).

As características pedológicas dos ambientes endocársticos, de maneira geral, mostram substratos cobertos por camadas finas de sedimentos recém

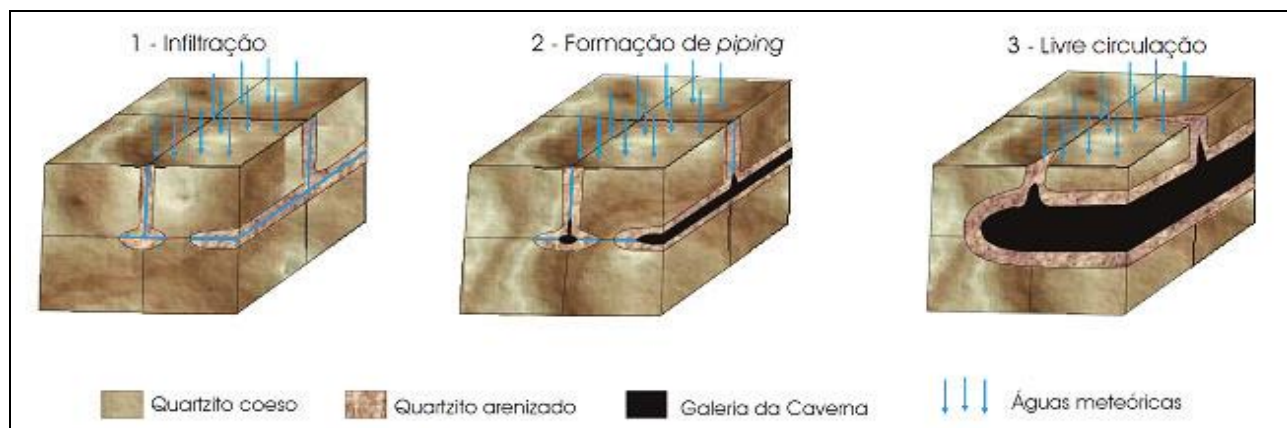
depositados (neossolos), com presença de solos arenosos e pedregosos, além de pontos com a presença de matéria orgânica oriunda das acumulações de guano.



**Figura 03.** Área da entrada da Caverna da Planaltina (Brasil Novo/PA). Foto: Joselito Lima, 2015.



**Figura 04.** Parede da caverna do Limoeiro (Medicilândia/PA) com presença de arenitos conglomeráticos, estratificação plano-paralela e cruzada. Foto: Luciana Freire, 2015.



**Figura 05.** Representação esquemática das feições erosivas *pippings*.  
Fonte: FABRI e AUGUSTIN (2013).





**Figura 06.** Aspecto de *scallops* no teto da caverna do Limoeiro (Medicilândia/PA), formados pelo fluxo de água ao longo do conduto atualmente seco.  
Foto: Luciana Freire, 2015.



**Figura 07.** Feições na parede e teto da gruta Leonardo da Vinci (Vitória do Xingu/PA). Foto: Luciana Freire, 2015.

A bioespeleologia estuda as espécies que utilizam as cavernas de acordo com a relação de dependência total ou parcial dos recursos e espaços, com hábitos de vida específicos às condições inóspitas. A maior parte da fauna é eventual, tais como formigas, cupins, coleópteros, caranguejos braquiuros e aranhas caranguejeiras. Citam-se, também, alguns troglóxenos típicos como morcegos e opiliões. “Outras espécies são troglófilos registrados amplamente em cavernas de outras regiões brasileiras (percevejos da família *Reduviidae*, aranhas das famílias *Pholcidae* e *Theridiosomatidae*, amblipígeos da família *Heterophryniidae*)” (ELETRONORTE, 2009, p. 57).

A história de ocupação do homem na região também resguarda alguns vestígios dos

antepassados amazônicos. Os estudos arqueológicos têm registros nos arquivos das expedições do GEP à Província, realizadas junto a equipes do Museu Paraense Emílio Goeldi, em que foram realizadas pequenas escavações no interior das cavernas para verificação de vestígios de material cultural. Nessa ocasião, foram encontrados alguns resquícios de atividades humanas do passado histórico da região, que demonstram o seu potencial arqueológico, tais como: solos de coloração mais escura, que evidenciam possibilidades de fogueiras; quantidade de material lítico e cacos de cerâmica; e um machado de pedra. Já nos estudos realizados para o Estudo de Impacto Ambiental da AHE Belo Monte (ELETRONORTE, 2009), foram constatados alguns dos materiais arqueológicos citados (cacos de cerâmica), além da presença de petroglifos em baixo relevo.

Algumas cavernas proporcionam lazer, atraídos principalmente pelos igarapés e rios encachoeirados, que se encontram as margens ou ressurgindo do interior das cavidades. Em sua maioria, encontram-se inseridas dentro de áreas particulares, que no caso do Estado do Pará tem como principal atividade econômica a pecuária extensiva, resultando em áreas desflorestadas. Foram constatadas alterações das estruturas cársticas, tais como pichações (Fig. 08) e riscos nas paredes das cavernas provenientes dos visitantes em busca de lazer.



**Figura 08.** Pichações observadas no interior da Caverna do Limoeiro. Foto: Luciana Freire, 2015.

### 3.2 Geoconservação de Patrimônios Espeleológicos: caminho para o planejamento ambiental

Diante do exposto, pode-se realizar uma associação referente à geodiversidade dessas unidades de paisagem espeleológicas, bem como sua importância geológica, ecológica, histórica e social. Sobre esses variados ambientes desenvolve-se uma



biodiversidade incalculável, tema sempre investigado e com atenção especial quanto a sua proteção ecológica, ou seja, a bioconservação. Poucas foram as pesquisas que deram uma atenção especial ao hábitat físico como suporte a vida terrestre, até que nos anos 1990 iniciou-se uma discussão focada no patrimônio geológico: geodiversidade. Nesse momento, os aspectos físicos da natureza receberam valores diante dos 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 a conservação da natureza, uma vez que por mais tempo voltou-se uma maior importância científica para a proteção da biodiversidade, com foco em uma abordagem biocêntrica. Contudo, notou-se que não bastava apenas pensar nos seres vivos sem tomar conta do seu ambiente (habitat) natural, a geodiversidade.

Assim, a geodiversidade compreende apenas aspectos não vivos do nosso planeta. E não apenas os testemunhos provenientes de um passado geológico (minerais, rochas, fósseis), mas também os processos naturais que actualmente decorrem dando origem a novos testemunhos. A biodiversidade é, desta forma, definitivamente condicionada pela geodiversidade, uma vez que os diferentes organismos apenas encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas indispensáveis. (BRILHA, 2005, p.18)

Como exemplo focado em ambientes espeleológicos, citam-se Urban e Oteska-Budzin (1998), que realizaram uma aplicação do conceito de geodiversidade nas cavernas não carbonáticas da Polônia, tendo-se então como a razão de sua importância científica e, por sua vez, o motivo para necessidade de sua proteção ambiental. Elencaram ali as peculiaridades dos processos de formações das feições cársticas (definida pelos autores como pseudocarste ou não-carste), como critério científico principal para sua avaliação, além dos elementos bioespeleológicos e histórico-culturais.

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 a manutenção dos processos ecológicos e diversidade biológica. Sendo assim, a pesquisa assume a definição de geoconservação para além de proteger o patrimônio espeleológico, a qual se propõe a reconhecer a diversidade dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, em busca de minimizar os impactos negativos causados pelo ser humano, divulgando a importância da geodiversidade para manutenção da biodiversidade.

Nesse contexto, o Planejamento Ambiental está relacionado à tomada de decisões sobre ações de concessão, permissão, subsídio e crédito, tendo-se como base o espaço físico-ambiental (RODRIGUEZ e SILVA, 2013). O Plano de Manejo estabelece as potencialidades e limitações das formas de exploração dos recursos naturais. Nos patrimônios espeleológicos, são utilizadas técnicas de “espeleoconservacionismo, que irão indicar as estratégias para implantação de infra-estruturas e ações na área de influência externa, bem como internas da caverna-alvo” (MARRA, 2001, p.131), seguindo-se para a elaboração do Plano de Manejo Espeleológico – PME. Para isso, faz-se o diagnóstico ambiental do patrimônio espeleológico com a definição das possibilidades de uso, do emprego de atividades econômicas, da capacidade de suporte, do controle de acesso e das ações para que haja a geoconservação.

#### 4. CONCLUSÕES

No Brasil, os registros de cavernas ocorrentes em rochas não carbonáticas representam quase 30% do total. Essas formas cársticas ainda representam um tema em discussão na ciência espeleológica, havendo ainda a necessidade de uma ampliação nas investigações sobre os processos de formação. Alguns exemplos dessas cavernas localizam-se na Região Amazônica, das quais na presente pesquisa é apresentada a Província Espeleológica Altamira-Itaituba (PA). A Província está inserida na Bacia sedimentar Amazônica, com cavidades constituídas em sua maioria por arenitos, além de um caso raro em folhelho.

Os exemplos estudados na pesquisa contribuem para ampliação dos estudos sobre o carste não carbonático no Brasil. Mesmo com um número representativo, ainda é grande a dificuldade para levantamento de dados nas pesquisas dessas categorias de cavernas, uma vez que a maioria das referências bibliográficas existentes no Brasil trata de estudos sobre geomorfologia cárstica em rochas

calcárias. Diferente do que ocorre nos carstes calcários, a formação das cavernas areníticas está primeiramente condicionada aos processos de mecanização das rochas, iniciados pela arenização. A sequência evolutiva do revelo cárstico no arenito segue pelo processo de *pipping*, dissolução por silfícia e colapsos e deslizamentos por queda de blocos.

Após o conhecimento sobre os processos de formação das cavernas da Província Espeleológica Altamira-Itaituba, a pesquisa seguiu para a análise geoecológica. Constatou-se que degradação florestal é o principal problema, interferindo na alimentação dos recursos hídricos subterrâneos, responsáveis pela dinâmica, evolução e esculturação do sistema cárstico. Confirma-se que não existem políticas de planejamento voltadas para a proteção e preservação ambiental do patrimônio espeleológico, nem

Unidades de Conservação (UCs) que abrangem a área. Faz-se necessário pensar sobre propostas de geoconservação, uma vez que o escopo principal desses ambientes é a geodiversidade.

#### AGRADECIMENTOS

Ao professor Roberto Vizeu Lima Pinheiro, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, pelo auxílio nas pesquisas espeleológicas da Amazônia brasileira. À Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa – FAPESPA, ao Campus Universitário de Altamira da UFPA e à Universidade Federal do Ceará - UFC (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA e Departamento de Geologia), pelas estruturas e apoio no desenvolvimento da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais: fundamentos geológicos-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico**. Florianópolis, Editora da UFSC, 1994. 425p
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **AAI – Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu**. Volumes I e II. São Paulo: Eletrobrás, 2009.
- BRILHA J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage Editores, Viseu, 2005. 190p.
- CRESCENCIO, G. A Proto-História da Espeleologia na Amazônia. **Anais do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**. Ponta Grossa: SBE, 2011. p.299-305. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe\\_299-305.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe_299-305.pdf)>.
- ELETRONORTE. **Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte: Estudo de Impacto Ambiental**. Brasília: Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRONORTE), 2009. 117p.
- FABRI, F. P.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Fatores e processos envolvidos no desenvolvimento de formas cársticas em rochas siliciclásticas em Minas Gerais, Brasil. **Revista Geografias**. Vol. 9, nº 1, UFMG: Belo Horizonte, 2013. p. 86-96.
- GUARESCHI, V. D. ; NUMMER, A. V. . Relevos cársticos em rochas não calcárias: uma revisão de conceitos. In: FIGUEIREDO, L. C.; FIGUEIRÓ, A. S. (Org.). **Geografia do Rio Grande do Sul: Temas em debate**. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 183-194.
- GLAZEK, J. Karst Related Phenomena – The Problem of Proper Nomenclature. **9<sup>th</sup> International Symposium on Pseudokarst (Abstracts)**. Institute of Nature Conservation. 2006. p. 47-48.
- HARDT, R; PINTO, S. A. F. Carste em Litologias não carbonáticas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, 2009. v.10, n.2, p.99-105.

- KOHLER, H. C. **Geomorfologia Cártica na Região de Lagoa Santa**, MG. São Paulo: Tese de Doutorado (Depto. De Geografia) Universidade de São Paulo, 1989.
- LINO, C. F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo**. Ed. 2. São Paulo: Gaia, 2009. 288p.
- MARRA, R. J. C. **Espeleo Turismo: Planejamento e Manejo de Cavernas**. Brasília: Editora WD Ambiental, 2001. 224p.
- MORAIS, F.; ROCHA, S. Cavernas em arenito no planalto residual do Tocantins. **Revista Espeleo-Tema**. Campinas, SP: SBE: 2011, p. 127-137. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema\\_v22\\_n1\\_127-137.pdf](http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v22_n1_127-137.pdf)>.
- MORAIS, F.; SOUZA, L. B. Cavernas em arenito na porção Setentrional da Serra do Lajeado Estado do Tocantins, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.9 (2), p. 1-13, 2009.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás Brasil. **Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe**. 1, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SBE, p.179-186, 1988.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; C., A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza, CE: Editoral UFC, 2004. 222p.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistemas**. Fortaleza, CE: Editoral UFC, 2013. 370p.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. Dolinas em Arenitos da Bacia do Paraná: evidências de carste subjacente em Jardim (MS) e Ponta Grossa (PR). **Revista Brasileira de Geociências**. 37(3): 551-564. 2007.
- SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da (Org.). **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. v.1. 748 p.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002. 79p.
- SIMMERT, H. What is Pseudokarst? In: **Proceedings of the 11th International Symposium on Pseudokarst**. Saupsdorf – Saxon Switzerland, Germany: UIS, 2010. p.97-100.
- SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. São Paulo, Oficina de Textos, 2010.
- URBAN, J., OTESKA-BUDZYN, J. **Geodiversity of pseudokarst caves as the reason for their scientific importance and motive of protection**. *Geologica Balcanica*, 28, 3-4, Sofia, 1998. p. 163-166.
- VASQUES, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (Orgs.). **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará**. Organizadores, Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 2008. 328p.
- VERISSIMO, C. U. V.; SPOLADORE, A. Gruta do Fazendão (SP-170): considerações geológicas e genéticas. **Espeleo-Tema**, SBE, v. 17, p. 7-17, 1994.
- WERNIK, E.; PASTORE, E. R. B.; PIRES NETO, A. Cavernas em arenito. **Notícia Geomorfológica**, 13(26): 55-67, 1976.
- WHITE, W. B. **Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains**. New York: Oxford University Press, 1988.