



**Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)**

**As Inúmeras
Facetas da
Espeleologia**

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)

As Inúmeras Facetas da Espeleologia

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E77 As inúmeras facetas da espeleologia [recurso eletrônico] /
Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-081-0

DOI 10.22533/at.ed.810193001

1. Espeleologia. I. Gomes, Ingrid Aparecida.

CDD 796.525

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Alguns fatores locacionais são decisivos na fixação de determinados grupos no espaço, estes agem de acordo com sua cultura e necessidades, o transformando. As condições físicas (clima, geologia, relevo, solo, hidrografia) se apresentam como recursos que são de interesse do grupo. Ao mesmo tempo, existem também fatores mais específicos como os econômicos e sociais, que contribuem para a formação e adaptação desses indivíduos no espaço.

Desde a evolução das espécies as cavernas sempre estiveram presentes na história do homem, a princípio serviam como abrigos naturais (primeiro abrigo da humanidade), com o desenvolvimento das culturas e conhecimentos foram sendo agregadas a estas, crenças mitológicas da existência de forças ocultas, animais desconhecidos e/ou até mesmo outros seres e energias.

A partir da segunda metade do século XIX, as cavernas passaram a despertar o interesse dos cientistas, que visavam descobrir através das suas formações e morfologia a história cronológica da Terra e seus habitantes. As últimas décadas do século XX, foram caracterizadas pela expansão da pesquisa e das explorações espeleológicas no Brasil. No século atual, diversas pesquisas são desenvolvidas no âmbito espeleológico, em diferentes áreas do conhecimento.

Os termos relativos a caverna geralmente utiliza a raiz *espeleo*, derivada do latim *spelaeum*, a qual teve seu significado instituído pelo Decreto Lei n. 99.556 de 1º de outubro de 1990 que define caverna como “cavidade natural em qualquer espaço subterrâneo, penetrável pelo ser humano com ou sem abertura identificada”.

Atualmente as pesquisas desenvolvidas referentes a cavernas, direta ou indiretamente, representam o momento de excelência da espeleologia no Brasil, ampliam-se contribuindo para a melhoria das técnicas, desenvolvimento do conhecimento e conseqüentemente para a preservação desses ambientes.

Considerando a necessidade de aprimorar os estudos espeleológicos, esta obra intitulada “*As inúmeras facetas da espeleologia*”, com seus 6 capítulos, publicados em seu I volume pela Atena Editora, busca disseminar o conhecimento a respeito da temática apresentada.

Neste sentido, este volume dedicado aos estudos espeleológicos, apresenta artigos alinhados com análise geoecológica espeleológica, carste em metacalcários, levantamento espeleológico de cavidades naturais, criação de RPPN para patrimônio espeleológico e sepultamento em urna funerária em cavernas.

Por fim, os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

ACHADO DE FERRAMENTA LÍTICA PLANO CONVEXO NO INTERIOR DA CAVERNA TOCA DA ONÇA DA CAPITINGA, FORMOSA-GOIÁS

Alfredo Palau Peña
Viviane Cristiane Novais Soares
Edvard Dias Magalhães

DOI 10.22533/at.ed.8101930011

CAPÍTULO 2 15

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

Luciana Martins Freire
Edson Vicente da Silva
César Ulisses Vieira Veríssimo
Joselito Santiago de Lima

DOI 10.22533/at.ed.8101930012

CAPÍTULO 3 30

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO CARSTE EM METACALCÁRIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CASO DAS OCORRÊNCIAS DO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA – CE

Daniel dos Reis Cavalcante
Frederico de Holanda Bastos
Abner Monteiro Nunes Cordeiro

DOI 10.22533/at.ed.8101930013

CAPÍTULO 4 47

O USO DE MATRIZ DE VALORAÇÃO NO LEVANTAMENTO ESPELEOLÓGICO DE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA, BAHIA

Elvis Pereira Barbosa
Márcio Santana Santos
Fernando Andrade Silva
Hércules Silva Santos
Autran Matos Santana

DOI 10.22533/at.ed.8101930014

CAPÍTULO 5 63

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE RPPN PARA SALVAGUARDO DE PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO – LAPA DA FORQUILHA, BALDIM - MG

Pablo Vinícius Silva Santos
Luciano Emerich Faria
Patrícia Cristina Dias Perini
Bruno Henrique Martins Moreira
Daniel Magno Carmo
Gabriela Camargos Lima

DOI 10.22533/at.ed.8101930015

CAPÍTULO 6 81

VIOLADO O PRIMEIRO REGISTRO DE SEPULTAMENTO EM URNA FUNERÁRIA NAS CAVERNAS DA REGIÃO DE GUARANI DE GOIÁS

[Alfredo Palau Peña](#)

[Viviane Cristiane Novais Soares](#)

DOI 10.22533/at.ed.8101930016

SOBRE A ORGANIZADORA..... 88

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

Luciana Martins Freire

Universidade Federal do Pará, Campus
Universitário de Ananindeua.

Ananindeua – Pará

Edson Vicente da Silva

Universidade Federal do Ceará, Departamento de
Geografia.

Fortaleza – Ceará.

César Ulisses Vieira Veríssimo

Universidade Federal do Ceará, Departamento de
Geologia, Fortaleza CE.

Fortaleza – Ceará.

Joselito Santiago de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará, Campus Óbidos. Óbidos –
Pará.

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 geoecológica 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 Geoecológica, 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 identificados 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, gnaisses, 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 diálogo 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 geocológica 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; 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 CO₂, 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), as cavernas de calcário representam 62,5% do total registrado, demonstrando assim um número de quase 40% 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, Pastore e Pires Neto (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).

Litologia	Cavernas Por Litologia	% em relação ao Brasil
Calcário	4.647	62,5%
Rochas siliciclásticas (arenitos, conglomerados, argilitos)	915	12,3%
Metassedimentares (Quartzito, Formação Ferrífera)	893	12,0%
Carbonatos Indiferenciados	438	5,9%
Ígneas (Granito, Basalto)	231	3,1%
Dolomito	146	2,0%
Mármore	65	0,9%
Depósitos supérgenos (Bauxita, Canga)	52	0,7%
Metaígneas (Gnaisses)	31	0,4%
Xisto	12	0,2%
Tufa/Travertino	3	0,0%

Tabela 01 – Litologia e número de cavernas do Brasil

Fonte: Cadastro Nacional de Cavernas – CNC/SBE (<http://www.cavernas.org.br/cnc/Stats.aspx>)

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”.

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 Geoecológica 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 Neopermiano, 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.

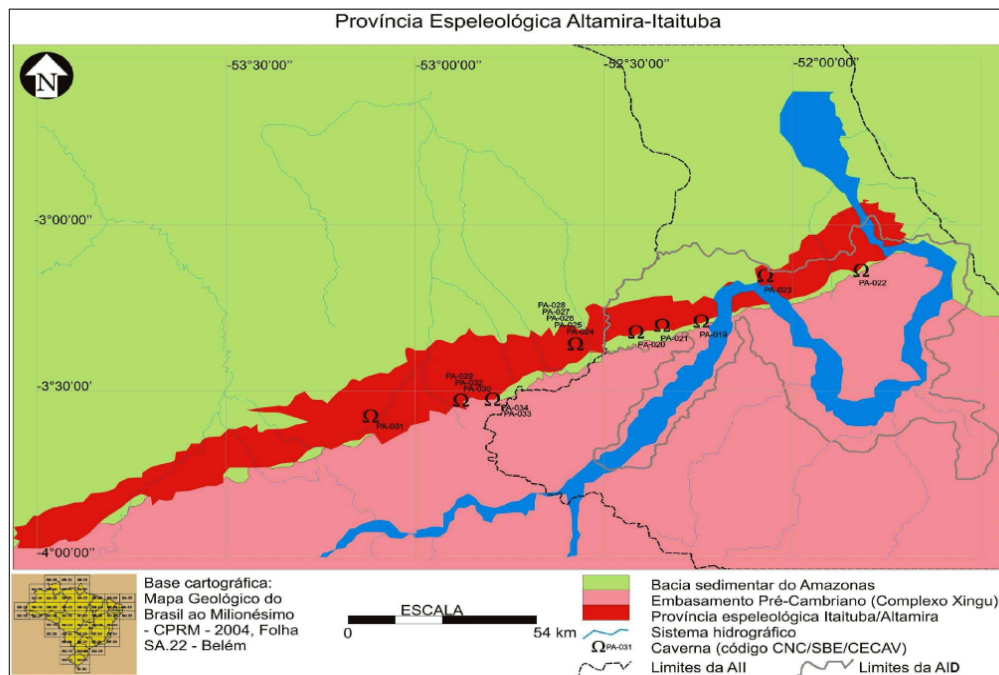


Figura 01: Representação da área da Província Espeleológica Altamira-Itaituba, com as principais cavernas: Caverna do Kararaô (PA-022), Gruta Leonardo Da Vinci (PA-023), Gruta Cama de Vara (PA-19), Caverna Pedra da Cachoeira (PA-21), Gruta do Tic-Tac (PA-20), Caverna Planaltina (PA-24), Gruta do Sétimo Dia (PA-25), Gruta do Arrependido (PA-26), Gruta do Urubúquara (PA-27), Gruta do Preus (PA-28), Caverna do Limoeiro (PA-33), Gruta Mbaeapu'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.

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-deltáico 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).



Figuras 02: Aspectos do teto da Caverna da Pedra da Cachoeira (Altamira/PA).

Foto: Luciana Freire, 2012.



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.

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.

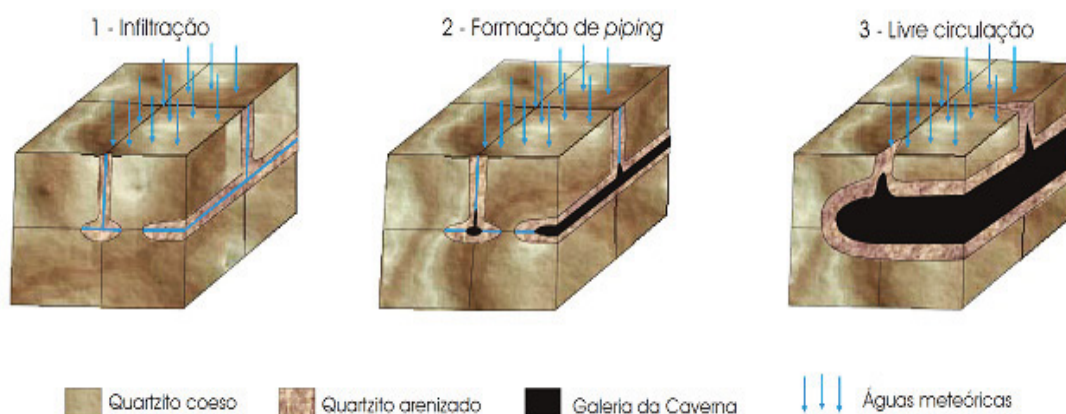


Figura 05: Representação esquemática das feições erosivas pippings.

Fonte: FABRI e AUGUSTIN (2013)

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).



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

Foto: Luciana Freire, 2015.

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

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).



Figura 07: Feições na parede e teto da gruta Leonardo da Vinci (Vitória do Xingu/PA).

Foto: Luciana Freire, 2015

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.

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 troglótenos 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 *Heterophrynidae*)” (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 Polónia, 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 40% 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 silícia 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 geocológica. 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 abranjam 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.

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. **9th 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.

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: Editorial 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: Editorial UFC, 2013. 370p.

SALLUM 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 Tasmanian 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.

SOBRE A ORGANIZADORA

INGRID APARECIDA GOMES Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-081-0

