

Tarsila Carvalho de Jesus
Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira
Carlos Gleidson Campos da Purificação
Leo Linke Ferreira

CAVERNAS E CARSTE EM ROCHAS CARBONÁTICAS NA BAHIA

The image features a light brown outline of the state of Bahia, Brazil, centered on a white background. The outline is irregular, following the state's coastline and inland borders. In the center of this outline, the title is written in a bold, dark blue, sans-serif font. The text is arranged in five lines: 'CAVERNAS' on the first line, 'E CARSTE' on the second, 'EM ROCHAS' on the third, 'CARBONÁTICAS' on the fourth, and 'NA BAHIA' on the fifth. The word 'ROCHAS' is notably larger than the other words in the title.

**CAVERNAS
E CARSTE
EM ROCHAS
CARBONÁTICAS
NA BAHIA**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

Ministro

MARINA SILVA

Secretário Executivo

JOÃO PAULO CAPOBIANCO

Secretaria nacional de biodiversidade, florestas e direitos animais

RITA DE CÁSSIA GUIMARÃES MESQUITA

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Presidente

MAURO OLIVEIRA PIRES

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

MARCELO MARCELINO DE OLIVEIRA

Coordenador do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - ICMBio/CECAV

JOCY BRANDÃO CRUZ

VALE S.A.

Presidente

EDUARDO BARTOLOMEU

Vice-Presidente Executivo de Soluções de Minério de Ferro

MARCELLO MAGISTRINI SPINELLI

Gerente de Espeleologia e Tecnologia de Ferrosos

IURI VIANA BRANDI

© ICMBio 2023. O material contido nesta publicação não pode ser reproduzido, guardado pelo sistema “retrieval” ou transmitido de qualquer modo por qualquer outro meio, seja eletrônico, mecânico, de fotocópia, de gravação ou outros, sem mencionar a fonte.

© dos autores 2023. Os direitos autorais das fotografias contidas nesta publicação são de propriedade de seus fotógrafos

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form, without permission by authors.

CAVERNAS E CARSTE EM ROCHAS CARBONÁTICAS NA BAHIA

Tarsila Carvalho de Jesus
Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira
Carlos Gleidson Campos da Purificação
Leo Linke Ferreira



Brasília, 2023

AUTORES

Tarsila Carvalho de Jesus, Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira, Carlos Gleidson Campos da Purificação, Leo Linke Ferreira

EDITORIAÇÃO

Javiera de la Fuente C. (Editora IABS)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Júlia Mendes Araújo (Editora IABS)

FOTOS CAPA

Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Cavernas e carste em rochas carbonáticas na Bahia [livro eletrônico] / Tarsila Carvalho de Jesus... [et al.]. -- Brasília, DF : Editora IABS, 2023.
110 p. ; Il. Color.

Outros autores: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira, Carlos Gleidson Campos da Purificação, Leo Linke Ferreira.

Bibliografia

ISBN 978-65-87999-65-4

1. Bahia (BA) - Geografia. 2. Cavernas. 3. Espeleologia. 4. Rochas carbonáticas. I. Jesus, Tarsila Carvalho de. II. Pereira, Ricardo Galeno Fraga de Araújo. III. Purificação, Carlos Gleidson Campos da. IV. Ferreira, Leo Linke. V. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. VI. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – Cecav.

CDU: 551.44

A reprodução total ou parcial desta obra não é permitida sem a autorização dos autores.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas

Rodovia BR-450, km 8,5, Via Epia, Parque Nacional de Brasília

CEP: 70635-800 – Brasília/DF | Tel.: (61) 2028-9792

<https://www.gov.br/ICMBio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav>

Termo de compromisso



VALE



Coordenação Executiva



Gestão Operacional



O projeto Caracterização e Regionalização dos Terrenos Cársticos, em Rochas Carbonáticas, no Estado da Bahia foi contemplado por meio do TCCE ICMBio/Vale nº. 2/2020. O termo de compromisso de compensação espeleológica foi firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

APRESENTAÇÃO

O e-Book *Cavernas e Carste em Rochas Carbonáticas na Bahia* é o resultado de um trabalho realizado ao longo dos anos de 2021 e 2022 e representa um dos produtos do “Projeto Caracterização e Regionalização dos Terrenos Cársticos, em Rochas Carbonáticas, no Estado da Bahia”. O Projeto foi contemplado por meio do TCCE ICMBio/Vale no. 2/2020, um termo de compromisso de compensação espeleológica foi firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade - ICMBio, com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS.

Inicialmente, os autores agradecem todo o apoio prestado pelas equipes da Vale S.A., CECAV/ICMBio e do IABS, que foram essenciais para que tudo pudesse acontecer da melhor maneira. A ideia desse livro é a de popularização científica dos conhecimentos existentes, reunidos e gerados ao longo da realização desse projeto, que percorreu cerca de 10.500 quilômetros pelo estado baiano, prospectando cavidades naturais subterrâneas, explorando cavernas cadastradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE e conversando com os habitantes dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas da Bahia, para conhecer e investigar um pouco mais sobre as peculiaridades e a vida nesses terrenos tão particulares.

As cavernas e os terrenos cársticos acompanham toda a história da humanidade e não é por obra do acaso que muitos dos principais registros arqueológicos e da história da nossa evolução foram encontrados em terrenos dessa natureza e associados às entradas de cavernas. Isso se dá tanto pela capacidade de conservação desses registros nesses ambientes, como também por eles terem servido de abrigo para os nossos antepassados, que encontravam nas cavernas e no carste um terreno seguro para as intempéries ou predadores.

É por essas e outras que é importante conhecer mais sobre as cavernas e o carste e, nesse sentido, a Bahia é um estado privilegiado em termos de terrenos e feições dessa natureza. Para além disso, as fragilidades do



carste demandam uma atenção especial das pessoas que vivem nessas áreas, bem como do Poder Público, responsável pela sua gestão. Acima de tudo, cavernas e carste seguem despertando a curiosidade das pessoas e mostram-se como oportunidades para a divulgação científica, para o turismo de natureza, para o geoturismo e para o espeleoturismo, que podem figurar como mais uma alternativa de fonte de renda para as populações que habitam esses locais – desde que praticados com os devidos cuidados para não danificar o patrimônio espeleológico ali presente e que guarda informações importantes sobre a evolução do nosso planeta Terra.

Por último, não podemos deixar de agradecer e enaltecer o trabalho de pessoas que vivem e cuidam das cavernas e do carste, em especial aos membros dos grupos de espeleologia baianos que prestaram um importante apoio ao longo da realização desse trabalho vêm desempenhando um importante papel na conservação desses locais e terrenos. Desse modo, manifestamos aqui o nosso agradecimento aos grupos: Espeleonordeste, Grupo Araras de Espeleologia – GAE – Ituaçu, Sociedade Baiana de Espeleologia – SBAE – Iraquara, Grupo Sul Baiano de Espeleologia – GSBE - Itabuna, Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia – GMSE – Paripiranga e o Grupo Ambiental de Proteção, Paleontologia e Espeleologia – GAPPE – Nova Redenção. Agradecemos também ao inestimável apoio do Grupo Bambuí de Pesquisa de Espeleológicas – GBPE que, apesar de ser de Minas Gerais, representa um importante e pioneiro desbravador dos terrenos cársticos baianos.

SUMÁRIO

SOBRE CARSTE E CAVERNAS NA BAHIA..... 11

Por que falar de Cavernas?..... 11

O Carste – Definições e Processos..... 12

Por que estudar o Carste?..... 16

Aa Cavernas e o Carste na Bahia..... 17

A proposta desse livro..... 20

CAPÍTULO 01

PROVÍNCIA CÂRSTICA DO SUPERGRUPO CANUDOS 22

Cavernas no Agreste Baiano..... 23

Geologia do Supergrupo Canudos..... 23

O Carste do Supergrupo Canudos..... 25

Notícias do Carste de Canudos..... 30

A Gruta da fá no Nordeste Baiano..... 30

Cimento de Paripiranga..... 31

CAPÍTULO 02

PROVÍNCIA CÂRSTICA DO GRUPO RIO PARDO 34

O Carste e as Cavernas do Sul Baiano..... 35

Geologia do Grupo Rio Pardo..... 35

O Carste do Grupo Rio Pardo..... 38

Notícias do Carste de Rio Pardo..... 43

Turismo na Gruta do Lapão - Desafios do pioneirismo no

Espeleoturismo do Sul Baiano..... 43

O cacau, a Mata Atlântica e as Cavernas..... 47

CAPÍTULO 03

PROVÍNCIA CÂRSTICA DO GRUPO BAMBUÍ 50

O Carste e as Cavernas do Oeste.....	51
Geologia do Grupo Bambuí.....	51
O Carste do Grupo Bambuí.....	54
Notícias do Carste do Bambuí.....	62
A Expedição dos Homens das Cavernas.....	62
A Surpreendente Floresta de Pedra da Serra do Ramalho.....	64
A Guerra da Água no Oeste.....	66

CAPÍTULO 04

PROVÍNCIAS CÂRSTICAS CARBONÁTICAS DA CHAPADA DIAMANTINA 69

O Carste e as Cavernas em Rochas Carbonáticas da Chapada Diamantina.....	70
Geologia das Rochas Carbonáticas da Chapada Diamantina.....	70
O Carste da Formação Caboclo.....	74
O Carste da Formação Salitre do Grupo UNA.....	77
Notícias do Carste do Grupo UNA.....	85
O Belo Mundo Subterrâneo da Chapada Diamantina.....	85
A Gruta da Mangabeira.....	88
Colapsos em Lapão.....	89
O Carste da Formação Caatinga.....	91
Notícias do Carste da Formação Caatinga.....	94
Mármore Bege Bahia: Ornamentação e Destruição.....	94
As águas em risco.....	96

CONCLUSÃO 98

REFERÊNCIAS 100





A Bahia é um estado repleto de belezas naturais, desde as suas praias de águas cristalinas até as suas serras e florestas verdejantes. No entanto, existe um mundo escondido dentro desses morros e colinas - um mundo subterrâneo repleto de formações rochosas espetaculares. As cavernas oferecem uma oportunidade única para explorar um ambiente completamente diferente e desconhecido.

Acompanhe-nos, neste livro, em uma jornada para explorar as cavernas da Bahia e descubra por que esses ambientes subterrâneos são tão fascinantes e valiosos.

SOBRE CARSTE E CAVERNAS NA BAHIA

Por que falar de cavernas?

Seja em latim *spelaeum*, grego *spēlaion*, ou português, a palavra caverna desperta a curiosidade e faz parte do imaginário popular há muitos e muitos anos. Na verdade, mais do que o imaginário, as cavernas fazem parte da história do desenvolvimento da humanidade e até guardam registros importantes que demonstram a evolução da espécie humana e também de animais ao longo dos milhares de anos.

Quando se procura no dicionário, eis o que se encontra:

Caverna

s. f. (ca-ver-na)

Cavidade natural, de diversas dimensões, aberta em rocha. Gruta, lapa, toca.

Mas as cavernas vão muito além. Elas fazem parte da memória do planeta Terra. Ajudam geólogos, biólogos, paleontólogos, arqueólogos e muitos outros pesquisadores a narrarem os fatos que se sucederam nessa longa e dinâmica história. O ramo da ciência responsável pelo estudo das cavernas se chama espeleologia (espele = caverna; logia = estudo).

Fósseis, ossadas, cerâmicas, pedras, pinturas rupestres, instrumentos, entre outras marcas são exemplos de conhecimentos guardados nas cavernas ao redor do mundo. Até mesmo os elementos químicos e suas proporções na água ou no ar dentro de uma caverna trazem informações sobre o clima e condições ambientais de períodos longínquos. Uma caverna é um mundo dentro do mundo.

Grande parte das cavernas está relacionada aos terrenos das rochas carbonáticas, em ambientes conhecidos como cársticos. Cabe aqui outra definição.

Carste

s. m. (cars-te)

Do eslavo kras, um terreno cuja topografia é formada por feições de dissolução (cavernas, dolinas, lapíás) das rochas que o compõem.

O terreno cárstico é um sistema complexo e dinâmico onde água e rocha interagem criando intrincados caminhos, que começam do tamanho de uma cabeça de alfinete até alcançarem dimensões de verdadeiros salões subterrâneos – que, pela definição mais aceita, basta ter tamanho suficiente para a entrada de um ser humano para serem chamados de cavernas. A Fig. 1 traz um modelo de relevo cárstico, onde a água superficial infiltra por buracos na terra, chamados de sumidouros (literalmente onde os cursos de água somem), para formar complexas redes subterrâneas.

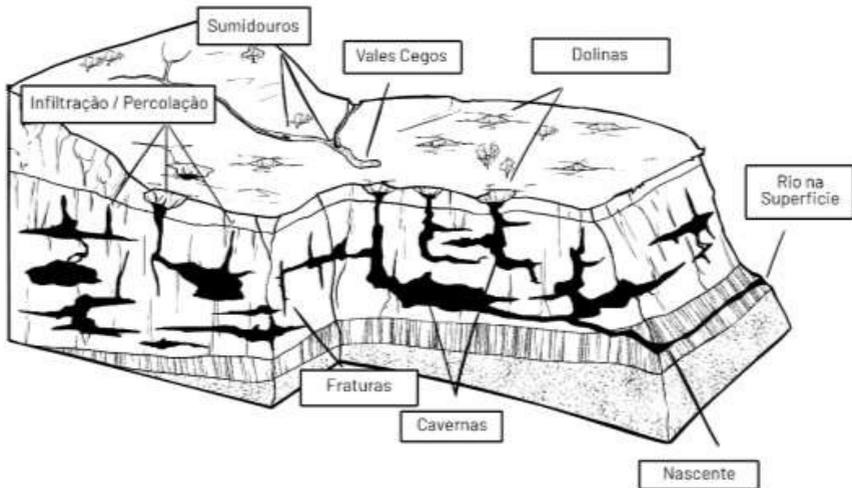


Figura 1 | Feições e processos de desenvolvimento do carste.

Fonte: Autoria do projeto.

O carste – definições e processos

O termo carste, em sua origem, descreve um terreno árido, pedregoso, de certa forma até desértico. E é mesmo assim que são os terrenos cársticos clássicos na Europa central, na fronteira Eslovênia/Itália, por exemplo, onde o carste começou a ser descrito e diferenciado como um tipo particular de superfície, nos idos do século XIX. Essa região recebe o nome de Kras, em esloveno e Carso, em italiano. Já o termo utilizado na língua alemã é Karst, que, traduzido para o português, fica Carste. Nesta área, ocorrem relevos marcados pela dissolução das rochas, gerando cavernas, dolinas e outras feições. Com o avançar dos estudos e

a identificação de ambientes como este ao redor do mundo, o termo ganhou um significado mais amplo, passando a representar terrenos que se desenvolveram por processos de dissolução química de rochas ou sedimentos.

O carste normalmente se forma em áreas de rochas carbonáticas. Carbonatos são rochas sedimentares, compostas principalmente pelo mineral Calcita (carbonato de cálcio, CaCO_3) e/ou pelo mineral Dolomita (carbonato de cálcio e magnésio, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) em diferentes proporções – combinados com outros minerais secundários como anidrita, gesso, siderita, quartzo, argilominerais, pirita, óxidos e sulfatos.

Por sua natureza solúvel, quando entram em contato com águas mais ácidas, essas rochas passam por processos de dissolução. Estes processos resultam no alargamento dos poros da rocha, criando espaços cada vez maiores, que vão se conectando entre si, até formar condutos e salões de cavernas.

Na Bahia, os terrenos cársticos acontecem majoritariamente nas rochas carbonáticas ou então nas metacarbonáticas. Metacarbonatos são rochas metamórficas, ou seja, carbonatos que passaram por processos de transformação sob altas temperaturas e pressões, a vários quilômetros de profundidade e muito tempo atrás. Neste caso, na Bahia predominam metacarbonatos de baixo a médio grau de metamorfismo, que preservam algumas características importantes da sua rocha sedimentar original e, nesse caso, mantém sua tendência a dissolver.

Entretanto, o carste não se limita a ocorrer em rochas carbonáticas. Há outros materiais e processos que podem acarretar a dissolução de rochas de vários tipos e composições, como arenitos, quartzitos, granitos, gnaisses, granitoides e formações ferríferas. Em resumo, o carste é um tipo de relevo formado pela ação física e, principalmente, química da água em rochas solúveis.

Além da dissolução das rochas, que proporciona a criação de diferentes feições em superfície e subsuperfície, existem outros processos que atuam na construção do carste. A medida em que os vazios vão sendo criados, através da dissolução da rocha, os terrenos acima tendem a ir colapsando, alargando os salões subterrâneos, até que se conectem à superfície. Além disso, nesses vazios, ocorre a precipitação de novos minerais pela mistura química da água que reage com a rocha em dissolução. Esses minerais, muito comuns em cavernas, são chamados de espeleotemas.

Um terreno cárstico pode conter inúmeras formas características da dissolução de rochas: lapiás, dolinas, sumidouros, nascentes, cavernas, cavidades, rios encaixados, rios subterrâneos, torres, pináculos, arcos, entre outras. Pode ser rico em várias delas ao mesmo tempo, ou ser dominado por um só tipo. Pode até mesmo não ter quase nenhuma feição aparente em superfície, mas ter o subsolo completamente moldado pelos processos cársticos.

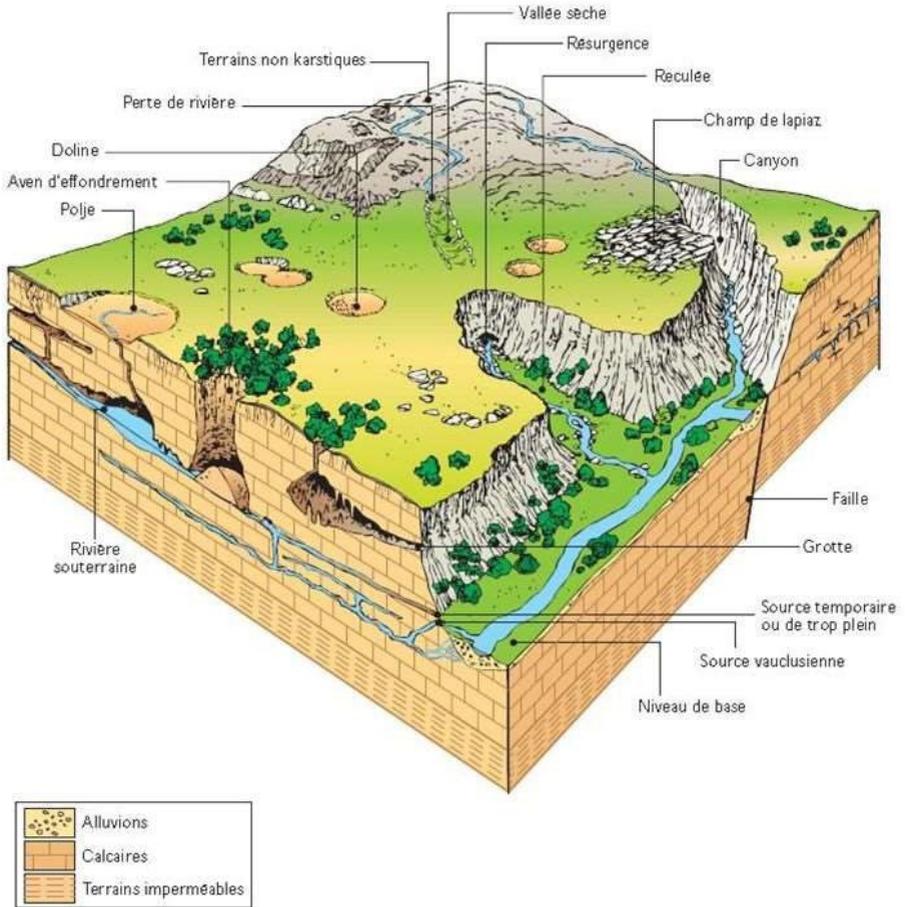


Figura 2 | Modelo da paisagem cárstica

Fonte: Guia Técnico N° 3: Conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos em regiões cársticas (SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 1999).

As cavernas são, provavelmente, as feições cársticas mais conhecidas. Normalmente, elas se formam a partir da dissolução das rochas por um fluxo de água acidificada (pode ser ácido carbônico ou ácido sulfúrico) que vem da superfície do terreno, ou seja, águas vindas das chuvas e dos rios que correm acima das rochas. A essas cavernas, formadas pela ação das águas que vêm do exterior, damos o nome de cavernas epigênicas – em um processo chamado epigênese.

Uma outra possibilidade de se formar cavernas conta com fontes de água que vêm de baixo da terra. Essas cavernas são chamadas de hipogênicas e se originam pela ação de águas acidificadas que sobem de camadas mais profundas ou de águas armazenadas na rocha carbonática, mas que se acidificam ali mesmo (também com ácido carbônico, mas principalmente ácido sulfúrico), sem terem vindo imediatamente da superfície do terreno – esse processo se chama hipogênese.

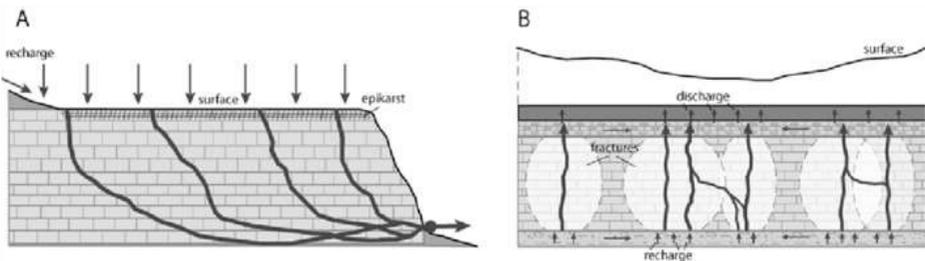


Figura 3 | Esquema representativo da formação de cavernas por epigênese (A) ou hipogênese (B).

Fonte: Klimchouk, 2009.

Os processos envolvidos na formação do carste são lentos. Uma caverna, por exemplo, pode levar milhões de anos para se formar. Durante esse tempo, muitas coisas podem acontecer, que alteram ou interferem nos processos de diversas maneiras. Assim, existem cavernas de variados tamanhos e formas, por todo o mundo.

Enquanto o carste vai se formando em subsuperfície – alguns mais rasos, outros mais profundos –, outros processos ocorrem em superfície, afetando a forma como o carste se desenvolve e criando feições e formas de relevo. Essa evolução do relevo se mistura à evolução do carste, possibilitando que os terrenos cársticos tenham diferentes formas de apresentação.

Essa é uma forma de classificação do carste, que mostra o quanto aquele terreno foi modificado ao longo do tempo e como as rochas carbonáticas, que carregam as feições do carste, se situam em relação à superfície. Alguns dos tipos evolutivos de carste mais comuns na Bahia são, por exemplo: i) carste denudado, onde os materiais insolúveis, que antes recobriam as rochas carbonáticas, foram completamente removidos; ii) carste subjacente, quando a cobertura do carste é localmente rompida pela erosão e a água estabelece interação direta com o carste; iii) carste aberto, quando a carstificação começa na rocha solúvel já exposta; e iv) carste exumado, quando o carste se encontra exposto em superfície depois de ter sido coberto por sedimentos ou rochas mais jovens que ele.

Por que estudar o carste?

Embora seja um desafio, estudar o carste é importante pois estes terrenos são altamente vulneráveis. Nos aquíferos granulares convencionais, o lento trajeto da água da superfície até as zonas mais profundas, através dos pequenos poros das rochas, pode remover os contaminantes presentes. Por sua vez, nos aquíferos cársticos, onde a circulação de água é muito acelerada nas redes de condutos subterrâneos, existe um alto risco de contaminação do aquífero por poluentes antrópicos, como o lançamento de esgoto, resíduos industriais, de mineração ou agrotóxicos.

Além disso, os terrenos cársticos são muito susceptíveis ao afundamento, o que pode trazer graves problemas às construções em cidades. Mesmo que sua exploração no Brasil e na Bahia esteja abaixo da média de países europeus ou asiáticos, conhecer as peculiaridades do carste faz parte do planejamento e gestão territorial, ambiental e econômico de uma área. Cada sistema cárstico é único. As particularidades de cada um tornam mais fácil ou mais difícil seu manejo, proteção e remediação em caso de possíveis acidentes. Somente os estudando para se ter um cenário mais objetivo, tanto de riscos quanto de ações a serem tomadas.



Parede de caverna em Utinga/Lajedinho com rocha carbonática estratificada.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

As cavernas e o carste na Bahia

A Bahia tem muitas cavernas. Com sua grande extensão territorial e o acesso muitas vezes difícil, muitas não foram descobertas ainda, poucas foram exploradas e menos ainda foram as estudadas em profundidade. As paisagens cársticas da Bahia são belas e diversas, contendo cavernas de relevância internacional, como a Toca da Boa Vista, a maior caverna do hemisfério sul, em Campo Formoso, que alcança surpreendentes 114 km de desenvolvimento.

Esse e outros exemplos de cavernas, bem como demais aspectos do carste baiano, são de relevância significativa para cientistas do mundo todo (geólogos,

espeleólogos, paleontólogos, biólogos, arqueólogos). Além disso, são importantes também para todos aqueles interessados nas aplicações, riscos e implicações, socioeconômicas e políticas do carste como recurso natural.

Em números, a Bahia ocupa, atualmente, o terceiro lugar no ranking de quantidade de cavernas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), com 1694 cadastros até 2020. Dentre as 50 maiores cavidades registradas e mapeadas no Brasil, 29 estão localizadas nas Províncias Espeleológicas da Bahia (Tab. 1). De leste a oeste, de norte a sul, seu território apresenta uma riqueza que não é muito comentada nem muito conhecida pela população em geral: a riqueza espeleológica.

Tabela 1 | As maiores cavernas da Bahia e suas posições no ranking brasileiro

Ranking Nacional	Nome	Município	Projeção Horizontal (m)
1	Toca da Boa Vista	Campo Formoso	114.000
2	Toca da Barriguda	Campo Formoso	35.000
4	Lapa Doce II	Iraquara	16.500
5	Gruta do Padre	Santana/Santa Maria da Vitória	16.400
7	Boqueirão	Carinhanha	15.240
8	Toca dos Ossos	Ourolândia	14.200
10	Gruna da Água Clara	Carinhanha	13.880
11	Gruta da Torrinha	Iraquara	13.070
14	Lapa dos Peixes	Carinhanha	9.320
15	Lapa Doce I	Iraquara	9.300
16	Lapa do Convento	Campo Formoso	9.200
20	Lapa dos Brejões I	Irecê/Morro do Chapéu	8.416
21	Gruna do Enfurnado	Coribe	8.400
25	Sistema Gruta da Pratinha – Gruta Azul	Iraquara	6.830

Ranking Nacional	Nome	Município	Projeção Horizontal (m)
26	Gruna da Bananeira	Santa Maria da Vitória	6.550
27	Gruna das Três Cobras	Ramalho	5.620
29	Sistema Cão – Talhão	Iraquara	5.610
31	Garganta do Bacupari	São Desidério	5.110
33	Gruta do Impossível	Palmeiras	5.270
34	Gruna Lagoa do Meio	Coribe	4.740
36	Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério	São Desidério	4.710
40	Gruta José Antônio / Fazenda Morais	Iraquara	4.290
41	Gruta do Ioiô	Palmeiras	4.150
43	Gruna do Engrunado	Coribe	3.980
44	Lapa dos Brejões II	Irecê/Morro do Chapéu	3.975
45	Caverna Jatobá	Iuíú	3.950
46	Gruta Cristal	Morro do Chapéu	3.925
47	Gruta do Diva	Seabra	3.900
48	Gruta do Sobrado	São Desidério	3.820

Fonte: Rubioli *et al.* (2019).

O carste baiano está, em sua maioria, distribuído nos terrenos da Chapada Diamantina e do oeste baiano. Mas também ocorre em locais menos conhecidos, como a região de Canudos, no nordeste do estado, ou na região de Pau Brasil, no sul da Bahia.

Muitas questões relevantes surgem quando se trata do carste na Bahia. Há problemas de afundamento de terrenos, que chamam atenção em lugares como os municípios de Irecê e Lapão, no centro-norte da Chapada Diamantina, devido ao rebaixamento do nível freático ocasionado pelo alto volume de bombeamento da água subterrânea do aquífero cárstico ali existente. Ocorrem inclusive históricos

conflitos relacionados ao uso de água, como no município de Iraquara, também na Chapada Diamantina, e na região oeste, no município de Correntina. Esses são alguns exemplos de áreas onde a agricultura sobre os terrenos cársticos é intensa a ponto de causar esses desequilíbrios.

Além do potencial econômico no setor de agricultura, o turismo no carste baiano é, cada vez, mais forte. Há os pontos tradicionais, como a Gruta Nossa Senhora da Soledade em Bom Jesus da Lapa com suas romarias anuais, ou a Gruta da Pratinha em Iraquara, que recebe milhares de turistas na alta estação. Outros municípios, como São Desidério, no oeste, e Paripiranga e Curaçá, no nordeste baiano, voltaram esforços para atrair turistas para suas cavernas, grutas e poços em tempos recentes.

Entretanto, a importância desses terrenos e suas cavernas passa quase despercebida pela maioria da população. Exceto quando um acidente geológico acontece, poucas são as vezes que cavernas e carste chegam aos noticiários locais.

A proposta desse livro

Em via de regra, o carste é composto de terrenos ao mesmo tempo importantes economicamente e vulneráveis à contaminação e a instabilidades geotécnicas consideráveis. A difusão do conhecimento sobre as cavernas e carste na Bahia é o primeiro passo no processo de conscientização e criação de mecanismos para evitar maiores perdas e degradações ambientais.

O objetivo desse livro é reunir e apresentar o conhecimento disponível sobre as cavernas e os terrenos cársticos no estado da Bahia, sempre evidenciando a importância e singularidade deles para as realidades geológica, espeleológica e, até mesmo, econômica baianas.

Esse texto é voltado não só para estudantes das áreas afins, mas também almeja ser útil aos gestores públicos, bem como empreendedores de atividade minerária, agropecuária, turística ou outro tipo de atividade que possa impactar direta ou indiretamente os terrenos cársticos. Espera-se, assim, contribuir com a gestão, proteção ou mesmo com a exploração mais responsável e racional destas áreas.

Nos capítulos a seguir, serão abordados diversos aspectos pertinentes ao carste baiano: sua distribuição geográfica, natureza geológica, principais cavernas e feições conhecidas, características do relevo e dos aquíferos, bem como dos diversos usos do solo nestas áreas.

Bibliografia:

CANIE (2022); CECAV (2021); Cvijic (1893); Ford and Williams (2007); Jansen *et al.* (2012); Rubioli *et al.* (2019); SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 1999.



Um senhor, sertanejo local, atuando como guia em caverna na região de Curaçá-BA.
Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

O carste no agreste, Curaçá-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



CAPÍTULO 01

PROVÍNCIA CÂRSTICA DO SUPERGRUPO CANUDOS

Cavernas no agreste baiano

A região de Canudos possui outras histórias além daquelas marcadas pela guerra e encobertas pelas águas do açude. A Província Cárstica do Supergrupo Canudos guarda uma parcela importante dessa história geológica, hoje contada através das diversas feições que podem ser observadas ao se caminhar por esse terreno.

Embora ainda não completamente explorada, sabe-se que essa região é caracterizada por um alto potencial espeleológico, com prováveis novas cavernas ainda por serem descobertas e estudadas. Em números, no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) existem 103 registros de cavidades na região e a cada expedição de campo, há novos encontros.

Ocupando o território de 12 municípios baianos, entre eles Canudos, Euclides da Cunha, Curaçá, Uauá, Paripiranga, Rio Real e Crisópolis, alguns dos principais registros do Supergrupo Canudos são as serras que marcam o relevo ao longo da área, a exemplo da Serra do Icó, Serra da Borracha e Serra do Jerônimo.

Geologia do Supergrupo Canudos

O carste do Supergrupo Canudos se desenvolve em rochas sedimentares carbonáticas formadas cerca de 1 bilhão de anos atrás, na Era Neoproterozoica, depositadas em um mar que existia onde atualmente é sertão, na borda do imponente Cráton do São Francisco.

As rochas se dividem em dois grupos, Grupo Estância e Grupo Vaza-Barris (Fig. 2). O primeiro está sobre o Cráton do São Francisco. E o Grupo Vaza-Barris é englobado em um conjunto de rochas denominado Faixa de Dobramentos Sergipana. Em ambos, os então sedimentos foram submetidos ao aumento de temperatura e pressão, em um momento de colisão que ocorreu há cerca de 540 milhões de anos – chamada orogênese Brasileira.

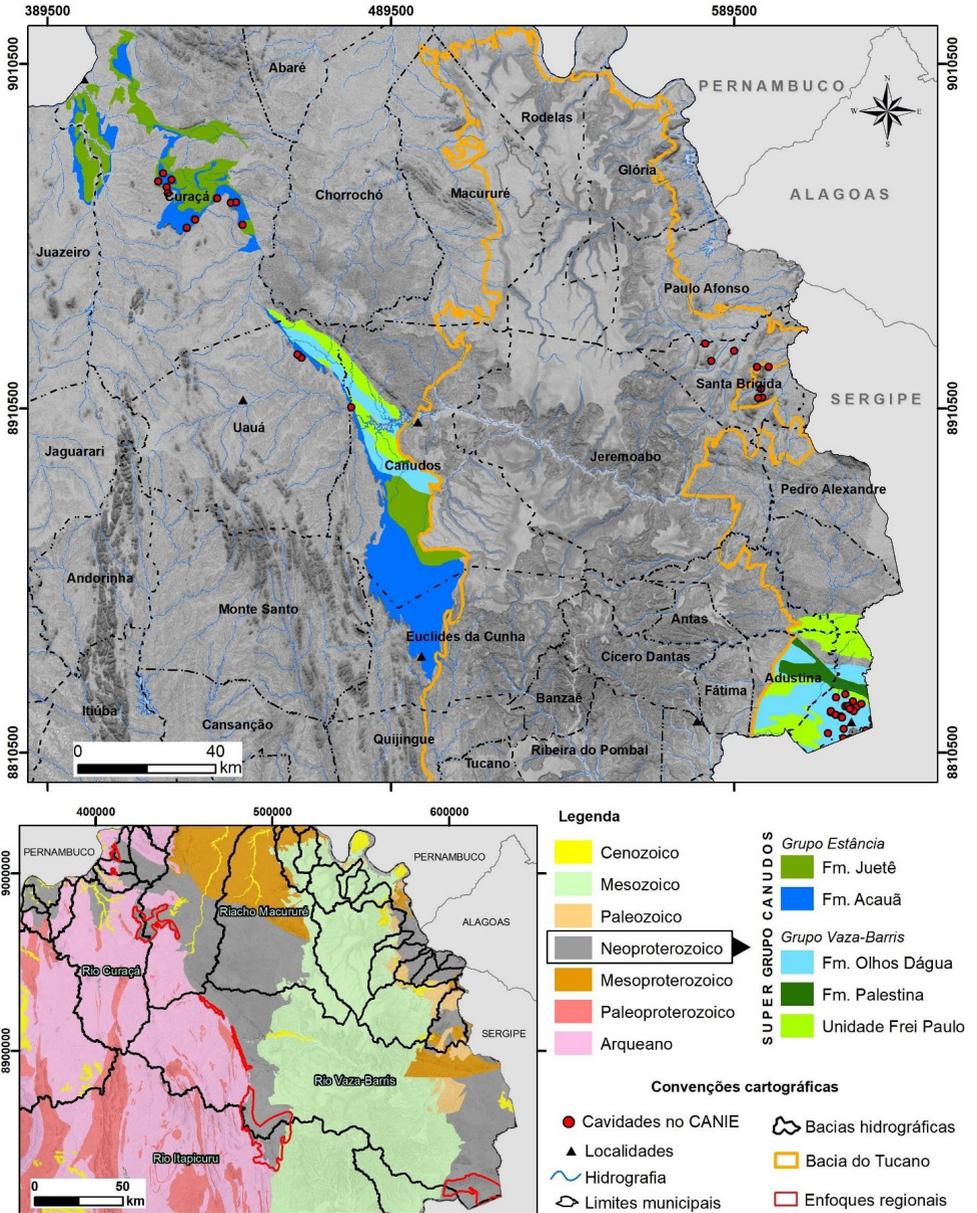


Figura 2 | Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos

No Grupo Estância, a Formação Acauã contém rochas como dolomitos de capa (formados sobre depósitos glaciais), ritmitos de calcário e dolomito e de calcário e folhelho. Em algumas partes ocorrem níveis estromatolíticos.

A representante carbonática do Grupo Vaza-Barris é a Formação Olhos D'Água, que consiste em camadas de calcários de teor orgânico, crescente da base para o topo, e outras rochas como clorita-xistos-verdes com conteúdo calcífero e silte-filitos. Em outra parte, a Olhos D'Água possui dolomito, calcário intercalado com pelito, calcário laminado e calcário maciço rico em matéria orgânica.

O Grupo Estância é observado preservado nas serras de Curaçá até Euclides da Cunha, que foram formadas no evento colisional citado. O Grupo Vaza-Barris predomina na região de Paripiranga, tendo sido afetado de uma forma diferente do Grupo Estância durante a colisão, o que ocasionou um comportamento estrutural diferente entre os dois grupos.

Depois da orogênese Brasileira, essas rochas permaneceram estáveis por um longo período. Somente com a abertura do Oceano Atlântico, quando América do Sul e África se separaram, elas foram afetadas novamente. Esse evento gerou as bacias sedimentares do Recôncavo-Tucano-Jatobá, que separa as rochas do Grupo Estância e do Vaza Barris em dois segmentos, um nas redondezas de Paripiranga e o outro de Euclides da Cunha a Curaçá. Nas proximidades de Euclides da Cunha, evidências apontam que os terrenos cársticos foram soterrados pelos sedimentos gerados no processo de abertura da bacia Tucano, chamados de fases pré-rifte e rifte.

A diferença na forma como os dois grupos foram afetados durante a colisão determina o modo como as suas rochas se apresentam e comportam no presente. Influenciando, inclusive, no desenvolvimento do carste e na formação de feições de dissolução como as cavernas.

O carste do Supergrupo Canudos

Entre as cidades de Curaçá e Euclides da Cunha as rochas formação Acauã, do Grupo Estância, formam o carste local, normalmente distribuídas nos topos das serras. São mármore de granulação grossa e cores claras, que se apresentam deformados, com dobras e falhas. Os mármore repousam sobre rochas chama-

das xistos, que aparecem também nas vertentes das serras. As cavidades encontradas na formação Acauã possuem, normalmente, desenvolvimento horizontal.

Às margens do rio São Francisco, em Curaçá, o relevo é dissecado, com morros e serras mais suaves e baixos que o restante da área. Esses terrenos carstificados são caracterizados como carste denudado e aberto. A serra do Icó é um exemplar de serra suave e baixa, de mármore com calcita e dolomita, de cor acinzentada. Essa área, até recentemente, não possuía cavidades no cadastro nacional. Entretanto, em campo, os autores deste livro encontraram duas cavidades e obtiveram, de nativos, relatos de mais cavernas, o que confirma o alto potencial espeleológico indicado.

Serra do Icó, Curaçá-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



Ainda em Curaçá, mas na serra da Gruta, entre os povoados de Patamuté e Cana Brava as rochas apresentam dobras de grande porte, como pode ser observado no interior da Gruta de Patamuté. Na serra da Gruta, os mármore possuem calcita e dolomita, com cores variando entre bege, rosa e cinza. Ela se prolonga nas direções nordeste e sudeste, onde é chamada de serra da Borracha, que possui um relevo mais destacado. Ocorre ainda a serra da Canabrava, de mármore branco acinzentados, com calcita, que tem seu topo coberto por tufas calcárias e algumas cavidades entre as tufas. Essas três serras são a área com maior densidade de cavernas encontradas na formação Acauã.

Em Uauá, na bacia do rio Vaza Barris, os mármore se destacam no topo da serra do Jerônimo, que é mais proeminente do que as serras de Curaçá, formando um relevo do tipo hogback. Essas rochas são calcários e dolomitos de cores variadas, brancos, cinzas e avermelhados. O relevo se torna mais suave na serra do Coiquí, em Canudos, que é formada por mármore com dolomita, de cor variando entre branco e cinza.



Hogback na serra do Jerônimo, Uauá-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

A serra do Jerônimo é mais elevada, mais acentuada no relevo e com cavidades maiores que a serra do Coiquí. Em alguns locais é possível observar estruturas primárias preservadas, ou seja, estruturas formadas no momento de deposi-

ção dos sedimentos formadores das rochas. A menor deformação é evidenciada também pelo abundante número de falhas e fraturas em ambas as serras. Apesar das diferenças entre as serras, a carstificação em ambas evidenciam a ocorrência de processos hipogênicos.

Na Gruta do Jerônimo 1 e na Toca Maior do Salitre do Caipã são observadas feições e formas características de espeleogênese hipogênica, como scallops simétricos, cúpulas, pendants e stockwork. Em alguns locais, feições epigênica se sobrepõem, encobrendo as feições hipogênicas. O carste nessa região é classificado como aberto, mas as características hipogênicas evidenciam uma fase de evolução em um ambiente mais profundo da crosta terrestre.

Nos arredores de Euclides da Cunha, ao sul, os terrenos cársticos se dividem em dois relevos. A leste, ocorre um planalto cárstico encoberto por uma camada argilosa, e as feições cársticas que ocorrem são dolinas de subsidência, ondulando suavemente a superfície. Ocorrem algumas pequenas cavidades, com até 100 m de desenvolvimento. Já a oeste, o relevo é marcado por uma sequência de hogbacks, ou cristas, alinhados na direção noroeste/sudeste, onde não se tem registro oficial de cavidades até o momento. Apesar disso, os moradores dos povoados locais relatam a ocorrência de cavernas, algumas delas aparecem na superfície depois de processos de subsidência.

Planalto com carste encoberto em Euclides da Cunha-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



Os terrenos cársticos dessa área são do tipo encoberto, em processo de exumação, como se estivessem sendo desenterrados pela ação da erosão, principalmente das águas que drenam a bacia do rio Vermelho.

Próximo ao município de Paripiranga, a sudeste da área, e separado dos mármores Acauã pela bacia do Tucano, o carste se desenvolve nas rochas da formação Olhos D'água, do Grupo Vaza Barris. São calcários menos metamorfizados que os carbonatos da formação Acauã, de granulação fina e cores escuras, constituídos de calcita.

O terreno cárstico é bem mais acidentado que seu correspondente a oeste, com morros e colinas, platôs e rampas de colúvio. Nas rampas, ocorrem depósitos de tufas calcárias, próximos ao rio Vaza Barris, com presença de cavidades. No planalto, o carste é classificado como aberto e denudado. E nos morros e colinas, como exumado.



Relevo cárstico em Paripiranga-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Essas rochas possuem mais cavernas registradas no CANIE do que os mármores Acauã. E, em geral, essas cavernas possuem desenvolvimento preferencialmente vertical, com mais de 70° de inclinação, formando abismos.

A Gruta do Bom Pastor, uma das maiores da área, aflora em um morro de estrutura homoclinal, cortado por falhas e fraturas preenchidas por sílica, no compar-

timento dos morros e colinas. Já a caverna da Salamanta, de padrão espongiforme, é uma das que aparecem entre as tufas calcárias.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE

Cavidades	Nº de Registro
Gruta de Patamuté	015863.00804.29.09901
Gruta do Jerônimo 1	019810.00002.29.32002
Toca Maior do Salitre do Caipã	019836.00001.29.06824
Gruta do Bom Pastor	015895.00822.29.23803
Caverna da Salamanta	015918.00831.29.23803

Notícias do carste de Canudos

A gruta da fé no nordeste baiano

A Gruta de Patamuté, um distrito do município de Curaçá, é uma das cavernas da Bahia que possui associação com a tradição religiosa. Hoje chamada de Santuário Popular do Sagrado Coração de Jesus, a gruta recebe milhares de visitantes todos os anos, especialmente no período de romaria – entre 29 de outubro e 1º de novembro.



Altar no interior da Gruta de Patamuté.
Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

A história conta que, em 1902, um vaqueiro encontrou a caverna enquanto caçava uma onça que vinha atacando o gado. Ao entrar na gruta, ele avistou uma forte luz, e dentro dessa luz brilhava o Sagrado Coração de Jesus. Cerca de três anos depois teve início a devoção.

A estrutura da gruta é um incentivo de fé e contemplação da natureza, onde, no período de romaria, os fiéis assistem apresentações culturais, fazem procissão de velas e celebram missas. Observa-se que a cada ano o número de romeiros aumenta, com pessoas de vários lugares do Brasil. Também aumenta a infraestrutura, mesmo que simples, preparada para receber os visitantes – um pequeno comércio, locais de descanso, banheiros etc.

O crescimento desse evento chama atenção ao fator de proteção da caverna. Medidas de manejo espeleológico, com aplicação das boas práticas de uso de cavernas, são importantes inclusive para a preservação (e expansão) da tradição.

Cimento de Paripiranga

Desde 2013 o município de Paripiranga virou destaque quando foi escolhido para sediar uma nova fábrica de cimento, com previsão de capacidade de produção de até 40% da demanda do estado – cerca de 2 milhões de toneladas de cimento Portland por ano. Além do altíssimo investimento e da consequente geração de centenas de empregos, diretos e indiretos, a instalação da fábrica promoveu a descoberta e registro de novas cavidades no município.

Os estudos necessários ao licenciamento ambiental envolvem trabalhos extensivos e sistemáticos de prospecção, mapeamento e cadastro de cavidades. Por essa razão, Paripiranga figura entre os primeiros colocados em número de cavernas registradas no CANIE na Bahia.

Devido à conjuntura econômica e ao processo de obtenção de licenças junto ao INEMA e à Agência Nacional de Mineração (ANM), o empreendimento está, até o momento, paralisado. Em 2018 estava em andamento o “termo de compromisso para compensação ambiental” que depois de assinado garantiria a liberação da “Licença de Implantação - LI”. Após a LI liberada, é necessário dar entrada na “Portaria de Lavra” junto à Agência Nacional de Mineração – ANM, para então, dar início às obras.



Interior de caverna em Paripiranga-BA, com espeleotema do tipo cortina.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Entretanto, é preciso chamar atenção ao fato de que, além dos terrenos cárstico-carbonáticos de Paripiranga significarem grandes reservas de calcário a serem exploradas, significam também um enorme potencial espeleológico – constatado nas prospecções realizadas nos últimos anos. Diversas cavernas e cenários de relevância devem ser preservados na região, através da implantação de Unidades de Conservação, especialmente em vias de se iniciar esse grande empreendimento mineiro.

Bibliografia:

Auler *et al.* (2001); Gomes (2013); Portal Paripiranguense (2018); Karmann e Sánchez (1979); Klimchouk (2015); Oliveira *et al.* (2010, 2017); Santana *et al.* (2009a); Santana *et al.* (2009b); Sial *et al.* (2016); Uhlein *et al.* (2011).



O relevo cárstico e a devastação da Mata Atlântica no Sul baiano.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

CAPÍTULO 02

PROVÍNCIA CÁRSTICA DO SUPERGRUPO RIO PARDO

Cavernas no agreste baiano

Em meio ao Corredor Central de Biodiversidade da Mata Atlântica, área prioritária para conservação, no sul da Bahia, se encontra o carste do Grupo Rio Pardo. Essa área, também considerada Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, pela UNESCO, foi, durante muitos anos, uma das porções menos degradadas da floresta, especialmente em associação às lavouras de cacau. Algumas das cavernas e afloramentos cársticos ficam inseridos na Reserva Indígena Caramuru-Paraguaçu, dos índios Pataxó Hãhãhãe, entre Camacã e Pau-Brasil.

Com suas serras e feições variadas, essa província cárstica possui ainda poucas cavidades cadastradas (17 registros no CANIE), mas bastam alguns dias de campo para se perceber que há muita informação a ser colhida das rochas e relevo local, inclusive novas cavernas a se encontrar. O alto potencial espeleológico dessa província se reflete também na riqueza de espécies de animais troglófilos e troglomórficos existentes, alguns dos quais endêmicos.

O Grupo Rio Pardo aflora ao longo das bacias hidrográficas dos rios Pardo, Una e Jequitinhonha, em partes dos municípios de Camacã, Pau Brasil, Mascote, Itapebi, Portiraguá e Santa Luzia (Figura 01). Em sua extensão, ocorrem diferentes litologias carbonáticas, o que é um dos destaques do carste local: carbonato maciço, rochas laminadas e estratificadas, conglomerados e brechas carbonáticas.

As cavidades conhecidas e o carste que as engloba, por si só, contam a rica história da evolução do terreno sudeste do Cráton do São Francisco, contribuindo para o conhecimento desse tão importante quebra-cabeça geológico.

Geologia do Grupo Rio Pardo

O carste do Grupo Rio Pardo é disposto de maneira descontínua, acompanhando a ocorrência das rochas carbonáticas do grupo, que se intercalam com rochas siliciclásticas, dando um aspecto peculiar a esse carste (Fig. 3). As rochas que o formam fazem parte da Bacia Metassedimentar do Rio Pardo, com cerca de 1 bilhão de anos de idade, do Neoproterozoico.

Como visto na Província Cárstica do Supergrupo Canudos, tais rochas são características de ambiente marinho – dessa vez um mar localizado na borda sudeste do núcleo continental da época, o Cráton do São Francisco. Assim, para chegar ao estado atual, os sedimentos do Grupo Rio Pardo foram compactados, de formados e deslocados por diversos processos, tendo como principal a orogênese Brasileira – a colisão de placas tectônicas que originou parte do supercontinente Gondwana, por volta de 540 milhões de anos atrás.

Esse importante evento deu às rochas do Grupo Rio Pardo duas configurações distintas, uma porção à sudeste, mais deformada, englobada na Faixa de Dobramentos Araçuai. E uma porção à nordeste, sobre o Cráton do São Francisco, com deformações superficiais – é a bacia de ante-país da Faixa Araçuai. A falha reversa Rio Pardo-Água Preta separa essas duas sub-bacias do Grupo Rio Pardo.

O Grupo Rio Pardo possui a seguinte sequência estratigráfica, da base para o topo:

- **Formação Panelinha** – composta de conglomerados, brechas, grauvasca e arcósio. Diamictitos com clastos granulíticos e vulcânicos, de origem provavelmente glacial;
- **Sub-grupo Itaimbé** – unidades intermediárias do Grupo, de Norte para Sul:
 - **Fm. Camacã** – pelito, siltito e rochas carbonáticas;
 - **Fm. Água Preta** – filito, arenito, siltito, folhelho e rochas carbonáticas;
 - **Fm. Serra do Paraíso** – rochas carbonáticas (estromatólitos localmente) e quartzito;
 - **Fm. Santa Maria Eterna** – quartzito, conglomerado e rochas carbonáticas intercaladas com estruturas do tipo tepee;
 - **Turbiditos** – grauvasca, siltito, arenito e conglomerado da Fm. Salobro sobrepõem a Fm. Camacã em discordância, e possuem contato ectônico com a Fm. Água Preta;
- **Formação Salobro** – conglomerado polimíticos, grauvasca e arenito.

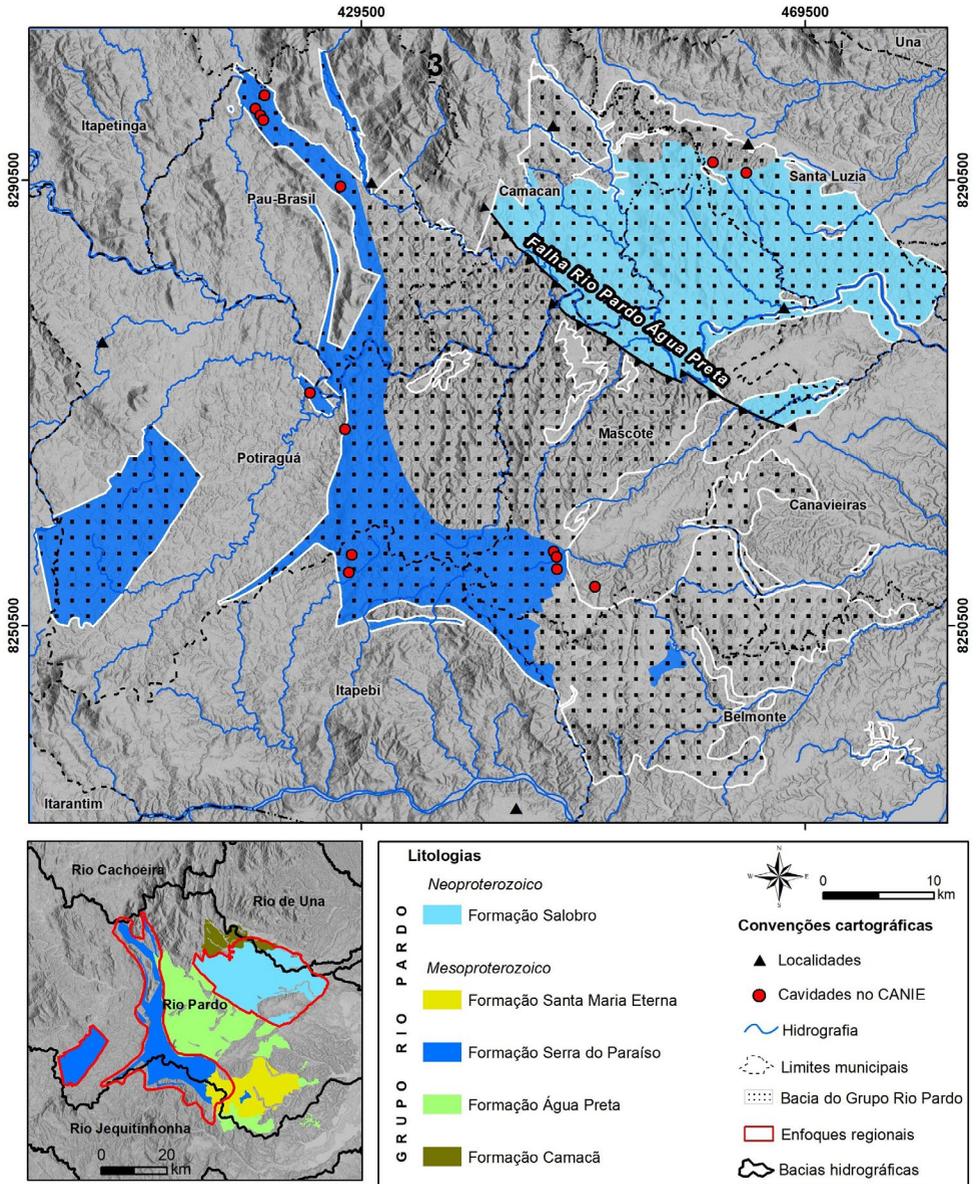


Figura 3 | Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Rio Pardo

Os terrenos cársticos da área se concentram nas formações Serra do Paraíso e Salobro. A Formação Serra do Paraíso, que aflora no oeste e sul da bacia, apresenta variações nas rochas ao longo de sua extensão, tanto em espessura quanto em composição. Ao norte do município de Pau Brasil consiste em metadolomitos e metadolomitos calcários, com estruturas do tipo *tepee* próximas à base, o que indica exposição subaérea. Entre Pau Brasil e a calha do rio Pardo contém metacalcários micáceos, metassiltitos e filitos. Já entre Serra do Paraíso e Gurupá Mirim é formada majoritariamente por metarritmitos de areia-carbonato, metacalcário e metarenitos. Há ainda uma porção, que aflora na BR-101, com calco-xistos na base, que se alternam para metacalcários, metadolomitos e quartzitos.

A Formação Salobro, que ocorre na porção nordeste da bacia, consiste em camadas de metarenitos imaturos, grauvacas, metarcóseos, metassiltitos, folhelhos e metaconglomerados ritmicamente interestratificados. Possui espessura aproximada de 5.000 m, e se encontra nos altos relevos nas serras de Chororão, Rochedo, Pacuípe e Lapão.

O carste do Grupo Rio Pardo

O carste na parte oeste do município de Potiraguá, desenvolvido nas rochas da Formação Serra do Paraíso, ocorre de forma isolada do restante das rochas do Grupo Rio Pardo. É um corpo rochoso de relevo dissecado e baixas altitudes, com cerca de 40 km². A superfície é suavemente plana, com pequenos morros, de vertentes suaves. Em alguns topos de vertentes ocorrem torres calcárias. Esse terreno cárstico é classificado como aberto, mas é evidente que sua evolução se deu em um ambiente de maior profundidade que o atual.

O aspecto da rocha nessa área é bastante peculiar, pois se trata de uma brecha carbonática hidrotermal – uma miscelânea de fragmentos de rocha carbonática, angulosos, de formas e tamanhos variados. Esse tipo de rocha se forma pela ação de fluidos hidrotermais que podem subir de partes mais profundas da crosta, usando falhas e fraturas como condutos, quando há movimentação na crosta. Nesse caso, essa movimentação se refere ao evento orogenético Araçuáí.



Brecha carbonática em parede de cavidade encontrada em Potiraguá-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Não há registros de cavidades no CANIE para essa área, mas em campo foram encontradas duas cavernas, situadas na borda de uma ampla depressão, localmente conhecidas como grutas do Abelhão e do Urubu. Nessas grutas, desenvolvidas em padrão ramiforme, são observadas feições que evidenciam a formação hipogênica das mesmas, como cúpulas e pendants no teto e, de maneira mais localizada, scallops decimétricos e simétricos.

Mais a leste dessa área, entre Potiraguá, Pau-Brasil, Itapebi e Mascote, os terrenos cársticos se apresentam em relevo serrano, com 15 cavernas registradas no CANIE. Há grande variedade de rochas carbonáticas nessa região, sendo bem heterogênea e complexa de se estudar.

Na caverna Pedra da Gruta, em Potiraguá, ocorre uma rocha carbonática laminada, muito dobrada, com níveis de espessuras e cores variadas, de branco avermelhado à cinza escuro. Os níveis brancos têm composição calcítica, sendo mais suscetíveis à dissolução. Os níveis cinza são mais resistentes, ficando salientes nas paredes da cavidade. Moradores locais relatam que essa caverna era muito utilizada para cerimônias religiosas, por isso tem um altar religioso na sua entrada até hoje.



Aspecto da rocha carbonática na caverna Pedra da Gruta, Potiraguá-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Em Pau-Brasil, por exemplo, observa-se uma rocha branca, de granulação fina e composição calcítica, intercalada com camadas arenosas. Essas rochas podem ser encontradas nas Grutas Milagrosa e da Califórnia e na Toca dos Morcegos, que ficam dentro do território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu. Essas cavidades possuem feições que evidenciam origem hipogênicas, como cúpulas e pendants. Em contraste, em Pau-Brasil ocorre também, uma rocha carbonática preta, laminada, cortada por veios de quartzo, como visto na Gruta da Pedra Suspensa.



Gruta da Milagrosa, no território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

No sudoeste do município de Mascote, na Gruta de São Gotardo, situada no topo de um morro, a rocha carbonática é cinza clara, maciça e recristalizada. Em alguns locais, nas paredes internas, ocorrem concreções escuras de Manganês, bastante deformadas, com dobras variadas. Na Gruta da Igrejinha, a rocha é similar, porém sem as concreções escuras. E na Gruta da Gruta, a rocha é cinza, de média a escura, laminada, com níveis brancos a cinza, em laminação plano paralela. Essa cavidade ocorre na base de um morro, com diversas ressurgências cársticas nos seus arredores.

O relevo nessa área é de morros e serras de topos convexos, com uma borda de patamar cárstico próximo ao rio Pardo. Ali também se concentram dolinas alinhadas.

No extremo leste dessa área, entre o norte de Mascote, Camacã e Santa Luzia, o carste se desenvolve nos conglomerados polimíticos e dolomíticos, rochas da formação Salobro. O terreno apresenta um relevo movimentado, com morros de topos aguçados, cristas simétricas e vertentes íngremes, denotando o controle estrutural local.

Em Santa Luzia, situadas em topos de morros, ocorrem as duas cavidades registradas para essa área. As cavernas se desenvolvem majoritariamente em conglomerado polimítico, de clastos angulosos a sub arredondados, matriz calcítica arenosa. Na Serra do Lapão está a maior caverna conhecida em toda a Província do Rio Pardo, a Gruta do Lapão de Santa Luzia.



Aspecto do conglomerado polimítico na parede da Gruta do Lapão.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE

Cavidades	Nº de Registro
Gruta Milagrosa	015835.00786.29.23902
Toca dos Morcegos	015837.00788.29.23902
Gruta da Califórnia	015836.00787.29.23902
Gruta da Pedra Suspensa	015838.00789.29.23902
Pedra da Gruta	015841.00791.29.25402
São Gotardo	015868.00807.29.20908
Igrejinha (ou Deusdete)	015869.00808.29.20908
Gruna da Gruta	015871.00810.29.20908
Gruta do Lapão de Santa Luzia	015875.00811.29.28059

Notícias do carste de de Rio Pardo



Turismo na Gruta do Lapão – desafios do pioneirismo no espeleoturismo do Sul baiano

Em Santa Luzia, na região Sul da Bahia – onde os turistas estão acostumados a visitar as praias e desfrutar de iguarias do cacau – existe um projeto turístico promissor, embora desafiador: a Eco-Fazenda Gruta do Lapão.

Apesar das dificuldades encontradas por seu fundador e entusiasta, o proprietário Max do Carmo, a Gruta do Lapão vem recebendo cada vez mais visitantes interessados em entrar em contato com a natureza através da caverna e do ambiente em seu entorno.

Com três salões e extensão horizontal de aproximadamente 900 metros, é possível visitar a Gruta do Lapão em três tipos de trilhas conforme o grau de aventura desejado. A trilha “Leve” consiste em uma visita interpretativa e contemplativa, de 120 m, na Galeria da Catedral, o primeiro salão da gruta. A trilha “Radical” realiza a travessia da gruta da Galeria da Catedral à Galeria da Claraboia, na saída. E a terceira opção “Radical Adrenalina”, que inicia com um rapel descendo pela claraboia do último salão e atravessa a gruta no sentido inverso da trilha “Radical”.



Aspecto geral da serra onde a Gruta do Lapão está instalada, com vegetação da Mata Atlântica em volta.

Foto: Max do Carmo.



Entrada da Gruta do Lapão, no salão Catedral.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



Rapel na Gruta do Lapão, subindo pelo salão da Claraboia.

Foto: Ecomotion/Pro 2013, cedida por Max do Carmo.

Além da gruta, há uma trilha externa, que transita por diversos abrigos e mirantes naturais, em meio a remanescentes da Mata Atlântica em área de reserva. A Eco-Fazenda Gruta do Lapão está inserida na Unidade de Conservação Área de Proteção Ambiental (APA) do Lapão, criada pela Lei Municipal nº201/2001. E se encontra em processo de criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – que é uma unidade de conservação privada, de uso sustentável e com objetivo de conservação da biodiversidade. Também já é registrada no Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais (CEFIR), necessário à regulamentação ambiental. Falta agora captar os recursos necessários para promover um Plano de Manejo e obter o licenciamento necessário junto aos órgãos ambientais.

Em um trabalho de formiguinha, do Carmo está, há cerca de 15 anos, investindo nesse projeto. Fundou uma associação para conscientizar e unir a comunidade em prol do desenvolvimento sustentável, tendo o eco-turismo como uma das alternativas, criou a APA do Lapão, construiu uma ponte, abriu estradas e fez elevados em pontos de alagamento nas estradas vicinais, instalou duas cabanas em propriedades a caminho da Gruta do Lapão para dar apoio aos trilheiros, entre outras ações.

Entretanto não obteve boa adesão dos moradores locais, enfrentando muitas dificuldades para convencê-los de que as novas infraestruturas eram necessárias e urgentes para atrair turistas ao local. Até mesmo os gestores públicos negligenciam investimentos no setor, principalmente na manutenção das estradas. O acesso continua sendo um dos maiores problemas enfrentados por do Carmo.

Outro grande desafio é conseguir recursos suficientes para investir em todas as etapas do projeto: organizar o receptivo turístico com painéis educativos, expor uma maquete da gruta e suas adjacências, adaptar o acesso da área de camping e banheiros a cadeirantes, montar um restaurante a base de produtos orgânicos e locais, construir uma piscina rústica com água corrente etc.

Enquanto isso, a Eco-fazenda já opera recepcionando grupos excursionistas, campistas, grupos para Educação Ambiental, aventureiros radicais e pessoas que desejam o simples contato com a natureza, com acomodações disponíveis no local. Além disso, foram feitas pequenas, mas importantes, intervenções de acessibilidade e segurança na gruta, como parabolts, chapeletas e cordas. Também são fornecidos equipamentos de proteção individual necessários à prática do espeleoturismo, como capacete com lanterna, corda de segurança, luvas, mosquetões e cadeirinha.

As ações de Max do Carmo, junto ao Grupo Sul Baiano de Espeleologia (GSBE), envolvem também um projeto de educação ambiental, com apoio da Escola Brasileira de Espeleologia (eBRE), para capacitar os professores da rede pública e promover visitaçã de alunos e professores na trilha de modalidade leve. Merece destaque sua atuação no processo para que Santa Luzia fosse, no ano 2000, tombado pela UNESCO com o título de Sítio do Patrimônio Mundial Natural.

Do Carmo também participou ativamente do VI Encontro Nordestino de Espeleologia (VI ENE), entre 12 e 14 de outubro de 2022, que reuniu cerca de 100 pessoas – entre representantes da sociedade civil, pesquisadores, estudantes e comunidade local – e foi sediado em Santa Luzia. O evento utilizou a Eco-Fazenda como estadia e a Gruta do Lapão como laboratório para as aulas práticas dos minicursos oferecidos. Inclusive, foi do Carmo, que também é artista plástico, quem desenhou o logo do evento, inspirado na Gruta do Lapão.



Participantes do VI ENE na Eco-Fazenda Gruta do Lapão.

Foto: Pablo Augusto.



Logo do VI Encontro Nordestino de Espeleologia, produzido por Max do Carmo.

Fonte: espeleonordeste.org.



O cacau, a Mata Atlântica e as cavernas

Com mais de 150 anos de tradição, o cultivo do cacau no Sul da Bahia foi a atividade econômica primária da região e do estado, levando a região a figurar entre as principais exportadoras de cacau no mundo. No início do século XX, a cacauicultura correspondeu a mais da metade da receita da Bahia.

A expansão das áreas de cultivo do cacau foi responsável pelo processo de interiorização e povoamento da região sul baiana, envolvendo o desbravamento da mata – antes ocupada, majoritariamente, por comunidades indígenas. Essa expansão se deu, inicialmente, seguindo o trajeto dos rios, como o Una e o Pardo.

Ao contrário do que se possa imaginar, durante muitos anos, a produção de cacau foi responsável pela preservação da Mata Atlântica. Isso se dá porque, na região, o cacau normalmente é cultivado em um sistema chamado Cabruca, onde o plantio é feito em associação à mata, cujas árvores nativas mais altas fornecem sombra, necessária a essa cultura. E atualmente, as maiores extensões de vegetação da Mata Atlântica ainda preservadas estão relacionadas à Cabruca.

Entretanto, com as sucessivas crises envolvidas no histórico da produção do cacau no sul da Bahia, e em especial a última crise, iniciada por volta de 1989 com o surgimento da praga vassoura-de-bruxa, esse cenário começou a mudar. O declínio econômico da região levou à substituição da cacauicultura, em muitos lugares, por outras atividades de médio a alto impacto ambiental.

A região, que inicialmente era vastamente coberta pela vegetação típica da Mata Atlântica, apresentou significativa redução da distribuição original, ocorrendo agora em pontos isolados ou pequenas manchas de remanescentes florestais. As áreas destinadas às lavouras de cacau foram substituídas de forma acelerada e não sustentável, por pasto, silvicultura e cultivos de monoculturas como o café, provocando uma nova configuração na paisagem. Essas mudanças alteram a dinâmica natural na biosfera, na atmosfera e, até mesmo, dos solos e águas da região. Além da agricultura e pecuária, outros impactos são gerados pela ocupação humana e mineração.

A retirada indiscriminada da cobertura vegetal promove a exposição do solo, aumentando a erosão, favorecendo o deslizamento de encostas e assoreamento

de rios. A diminuição da floresta influencia no microclima, umidade e temperatura, provocando uma ruptura no ciclo hidrológico e alterando até a vazão hídrica dos cursos d'água.

Essas ameaças, e os impactos ambientais negativos decorrentes delas, afetam não só a floresta, mas também as cavernas e os terrenos cársticos inseridos na Mata Atlântica. E principalmente eles, em detrimento de outros tipos de substrato, por conta da constituição naturalmente vulnerável à degradação e poluição que o carste possui. Assim, ações de proteção e conservação da Mata Atlântica no Sul baiano impactam positivamente o carste e as cavernas da região do Grupo Rio Pardo.

Bibliografia:

Aguiar & Pires (2019); Auler (2002); Blinder (2005); da Fonseca *et al.* (2003); Do Carmo (2023); Falcón (2010); Galindo e Câmara (2005); Karmann *et al.* (1989); Klimchouk (2015); Pedreira (1999); Sandi *et al.* (2019); Sial *et al.* (2010); Silva *et al.* (2015); Souza-Silva *et al.* (2011, 2015); Trajano (2000); Travassos *et al.* (2011).



O relevo do Oeste baiano.

Foto: Ricardo Caleno Fraga de Araújo Pereira.

CAPÍTULO 03

PROVÍNCIA CÂRSTICA DO GRUPO BAMBUÍ

O carste e as cavernas do oeste

Nos terrenos situados à margem do rio São Francisco na Bahia, em especial na margem esquerda, se encontra uma das províncias espeleológicas mais importantes de Brasil, a Província Cárstica do Grupo Bambuí.

Situadas abaixo do, também famoso, Grupo Urucuia, cujos arenitos formam um dos maiores aquíferos brasileiros, as rochas cársticas carbonáticas do Bambuí se apresentam de diversas formas entre o município de Barreiras e os limites entre Bahia e Minas Gerais, em Cocos, Feira da Mata, Malhada e Iuiu.

Com 529 cavidades cadastradas no CANIE, o Bambuí é berço de muitas das cavernas mais relevantes do estado. Além de também abrigar importante aquífero que é um dos responsáveis pela manutenção do regime perene do rio São Francisco no nordeste.

Geologia do Grupo Bambuí

No oeste da Bahia, o carste se desenvolve no pacote de rochas do Grupo Bambuí, que possui intercalações de camadas carbonáticas e pelíticas. Esse Grupo, com rochas que datam do Neoproterozoico, compreende duas unidades marcadamente carbonáticas: as formações Lagoa do Jacaré e Sete Lagoas (Fig. 4).

O Grupo Bambuí faz parte do Supergrupo São Francisco, na porção Oeste do Cráton do São Francisco. Essas rochas são compostas de sedimentos acumulados em bacias marinhas epicontinentais, que abrangem também partes do Norte e Oeste de Minas Gerais e Leste de Goiás.

Uma das sequências estratigráficas mais aceitas para o Grupo Bambuí na Bahia é a seguinte, da base para o topo:

- **Formação Jequitaiá** – consiste em conglomerados e/ou diamictitos basais, interpretados como tilitos glaciais de ambiente continental. Possui contato inferior com rochas diversas do embasamento;
- **Formação Sete Lagoas** – unidade com predominância de carbonatos, representados por calcários, dolomitos, margas e pelitos, interpretados como de ambiente marinho raso;

- **Formação Serra de Santa Helena** – unidade de alternância pelítico-carbonática, com folhelhos, siltitos e, localmente, carbonatos intercalados, interpretados como sendo de ambiente marinho plataformal
- **Formação Lagoa do Jacaré** – unidade com calcários oolíticos cinza escuros e odorosos, intercalados com margas e siltitos, interpretados como sendo de ambiente marinho raso de alta energia. Na região de São Desidério corresponde à Formação São Desidério;
- **Formação Serra da Saudade** – unidade com predominância de pelitos como folhelhos e argilitos, interpretados como sendo de ambiente marinho profundo, que gradam para siltitos arcoseanos em direção ao topo. Na região de São Desidério corresponde à Formação Serra da Mamona;
- **Formação Três Marias** – predominantemente psamítica, siltitos e arcóseos que sobrepõem, de maneira concordante, aos pelitos da Fm. Serra da Saudade, interpretados como sendo de ambiente marinho plataformal, que evolui, gradativamente, para um ambiente flúvio deltáico. Na região de São Desidério corresponde à Formação Riachão das Neves.

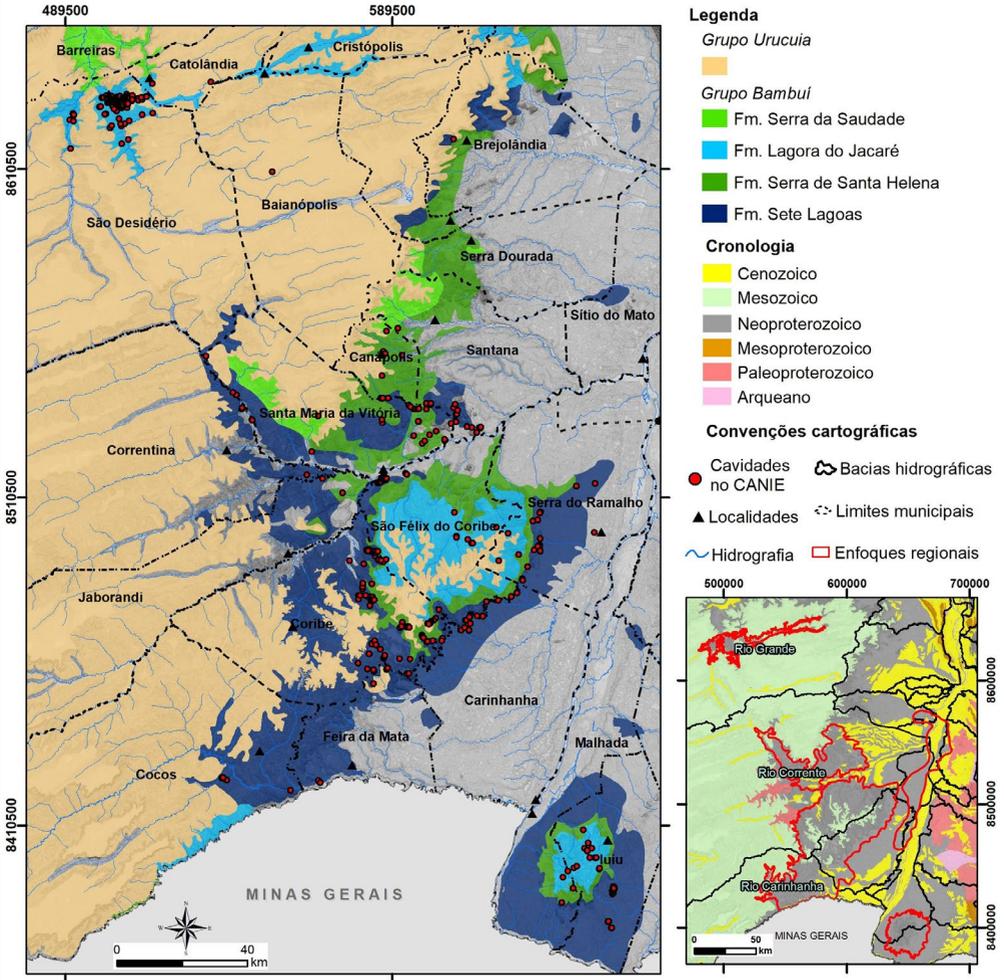


Figura 4 | Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí.

Essas seqüências marinhas refletem o comportamento cíclico de transgressão e regressão do nível do mar durante o Neoproterozoico. Dois ciclos tectono-sedimentares são atribuídos à origem dessas unidades. O primeiro, marcado por um início de mar profundo e deposição de dolomitos da Fm. Sete Lagoas, com uma fase intermediária de transgressão marinha, onde foram depositados ritmitos de calcários e argilas/siltos. Que finalizou, no topo dessa formação,

com a sedimentação rasa de dolomitos com estruturas oolíticas e brechas intraformacionais.

O segundo ciclo, iniciou com nova transgressão marinha, onde foram depositados os folhelhos e margas da Fm. Serra de Santa Helena. Finalizando com deposição, em ambiente marinho raso, de calcários oolíticos e psolíticos da Fm. Lagoa do Jacaré.

Os afloramentos e o relevo do Grupo Bambuí na Bahia estão associados ao entalhe do rio São Francisco no seu médio curso. A dissecação da face oriental do Planalto Central do Brasil, sustentado pelos arenitos Urucuia, em vales marcantes, expôs as rochas pelítico-carbonáticas do Bambuí nas encostas e vertentes dos vales. Nas partes mais baixas do relevo, na chamada Depressão do São Francisco, essas rochas estão encobertas por sedimentos mais recentes, e aparecem de forma localizada como serras ou morros testemunhos isolados.

O carste do Grupo Bambuí

O oeste da Bahia é uma região extensa e rica em muitos aspectos. Os terrenos cársticos locais não poderiam ser diferentes, e possuem vários representantes importantes, de Norte, em São Desidério, a Sul, em Iuiu.

O rio São Francisco separa, em macro escala, a forma de apresentação dos terrenos cársticos do Bambuí. Na margem direita, mais dissecada, os afloramentos cársticos são marcados pelo morro testemunho observado em Bom Jesus da Lapa e pela restrita serra de Iuiu. Na margem esquerda, os terrenos cársticos acontecem nas vertentes entalhadas do Grupo Urucuia, onde a frente de dissecação forma maciços de rochas carbonáticas, como a feição serra do Ramalho, e, pontualmente, morros testemunhos isolados.

Em Bom Jesus da Lapa, o relevo é bastante dissecado e aplainado, com ampla cobertura sedimentar recente. O ambiente espeleogenético atual é classificado como carste exumado.

O morro testemunho, sustentado pelas rochas da formação Sete Lagoas, é destaque no relevo e possui superfície intensamente marcada pela presença de lapiás. Em sua base ocorrem cavidades, algumas utilizadas como santuários, a exemplo do santuário de Bom Jesus da Lapa, que conta com uma estrutura de igreja dentro da caverna.



Morro testemunho da formação Sete Lagoas em Bom Jesus da Lapa-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



Interior da caverna-santuário de Bom Jesus da Lapa.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

As rochas carbonáticas são cinzas, de granulometria variável, indo de fina, maciça ou localmente laminada, até brechas carbonáticas com blocos angulosos a subangulosos e bordas dissolvidas. Todo esse pacote de rochas é cortado, em várias direções, por veios de calcita.

Entre Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis se destaca a Gruta do Padre, que representa a terceira maior caverna do Brasil. As rochas carbonáticas são cinzas, de granulometria fina a média, laminada ou estratificada, com pirita subordinada. Na Gruta da Bananeira, próxima à Gruta do Padre, as rochas carbonáticas cinzas se apresentam em intercalação dos níveis laminados e estratificados.



Gruta do Padre, Santana-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

O relevo no entorno da Gruta do Padre se assemelha a um carste poligonal, com uma ampla depressão fechada e diversas dolinas de subsidência. Próximas à caverna, as dolinas são pequenas, com menos de 15 metros de diâmetro. A cerca de 6 km da gruta, entre os povoados de Lagoa do Tabuleiro, Piengo e Sumidouro, na principal área de recarga do sistema que a contém, as dolinas têm dimensões maiores que 50 metros, ocorrendo também sumidouros que captam alguns riachos, como o riacho Cafundó.

Esse setor do carste do Bambuí na Bahia se caracteriza como ambiente espeleogenético de carste em exumação, nas porções próximas às vertentes do Urucuia. E localmente, como carste denudado, mais próximo ao rio São Francisco, onde ocorre um conjunto de morros testemunhos cobertos por sedimentos elúvio-coluvionares, nos terrenos do município de Santana.

Ao Norte, no município de São Desidério, os terrenos cársticos se encontram menos dissecados, sendo marcados por sistemas fluvio cársticos complexos. Grande parte dos sistemas cársticos locais estão recobertos pelos arenitos Urucuia, com poucos afloramentos superficiais. Assim, o carste em São Desidério é classificado como carste subjacente.

A rocha carbonática que predomina nessa área é cinza, calcítica, estratificada, de granulação fina e, por vezes, com pequenas intercalações arenosas. Essa porção do Bambuí conta com 201 cavidades registradas no CANIE.

O Sistema Cárstico do rio João Rodrigues é o maior destaque do carste de São Desidério, e representa uma captura fluvial do rio Tamanduá para o rio São Desidério. Nesse sistema, que contém um vasto conjunto de cavidades com grandes salões de abatimento, o rio corre ora em superfície, ora no subterrâneo. Em alguns locais, é observado o colapso do teto dos salões das cavidades, formando estruturas em superfície, como a Lagoa Azul e o Buraco do Inferno da Gruta da Sucupira. Essa dinâmica fluvial forma também vales cársticos, como o que ocorre no *canyon* da Beleza.



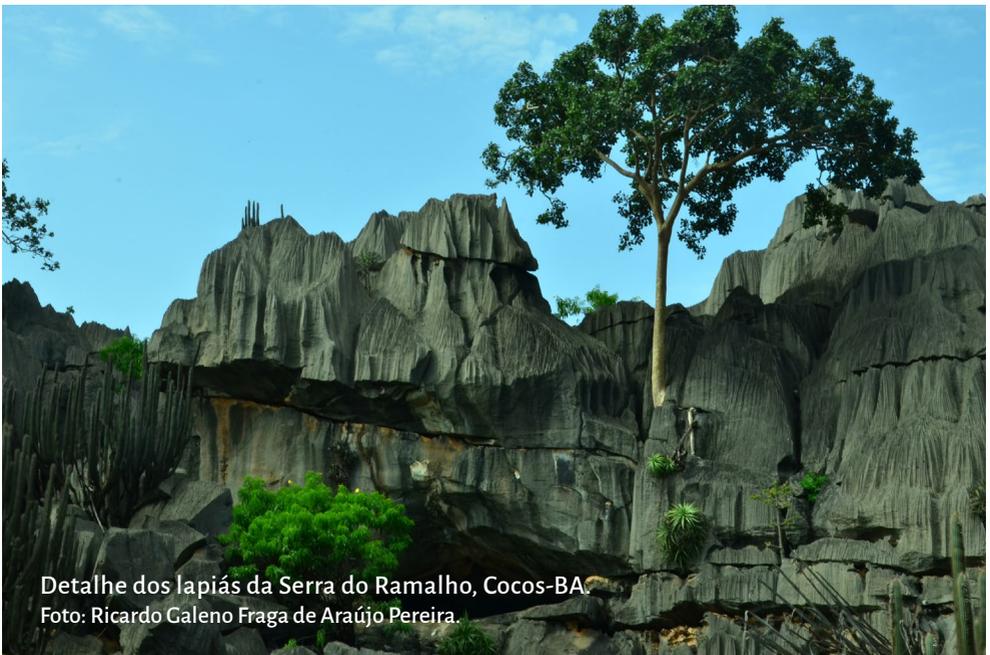
Mudança de nível d'água no Sistema do rio João Rodrigues, observada com cerca de 2 minutos de intervalo.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Na porção cárstica central do Bambuí na Bahia, ocorre uma feição de grande destaque no Oeste baiano, a Serra do Ramalho. Em seus cerca de 100 km de extensão, a Serra do Ramalho tem 226 cavidades registradas no CANIE, e corta os municípios de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e, seu homônimo, Serra do Ramalho.

A Noroeste da serra, no município de Coribe, o carste é composto por um conjunto de capturas de drenagem superficial em sumidouros, como observado na Gruta do Descoberto (ou do Engrunado), uma área de recarga dos sistemas cársticos da Serra do Ramalho. O relevo é suave, com morros baixos de vertentes convexas. Os sistemas cársticos ali são classificados como subjacente, onde os carbonatos estão sobrepostos pelo arenito Uruçuia, ou como carste encoberto, em vias de exumação, onde sedimentos recentes cobrem o Bambuí.

Já a Sudoeste, há um conjunto de ressurgências cársticas, no sopé da serra, sendo uma zona de descarga dos sistemas cársticos da Serra do Ramalho. Nessa área existem grandes campos de lapiás, que se estendem de Cocos até os municípios de São Félix do Coribe e de Serra do Ramalho. Só em Cocos, uma notável parte dos campos de lapiás somam cerca de 90 km². Nessa porção da serra as encostas são mais escarpadas que em outras partes, e o carste é classificado como desnudado ou exumado, a depender do local.



Detalhe dos lapiás da Serra do Ramalho, Cocos-BA.
Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



Dentro da Serra do Ramalho – canyons e cavidades – Cocos-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Na parte Norte da Serra do Ramalho, as rochas carbonáticas são membros da formação Sete Lagoas e apresentam-se com cor cinza escura, granulação fina, laminadas ou estratificadas e de composição calcítica. Ao Sul, as rochas carbonáticas são da formação Lagoa do Jacaré, são de cor cinza claro, de granulação fina, laminadas ou estratificadas, de composição calcítica e podem ocorrer intercalações com argilitos. Na sua base, estão sempre presentes afloramentos de argilitos ou ardósias. Nessa parte da serra, o carste se classifica como entrincheirado, por estar entre os pelitos da formação Serra de Santa Helena, na base, e os arenitos Urucuia, no topo. Nas imediações de Cocos, ocorrem também algumas rochas carbonáticas maciças.

A serra de Iuiú é uma feição de destaque, com altitudes de até 850 m, na ampla e dissecada depressão do rio São Francisco, onde existem 42 cavidades registradas no CANIE, distribuídas no topo e na base. Essa serra é constituída de dois sistemas cársticos independentes, separadas pelos pelitos da formação Serra de Santa Helena, que formam uma camada selante, de cerca de 30 m de espessura, entre os dois.

No topo, o carste forma um planalto com vales cegos alinhados, classificado como carste do tipo denudado. A rocha carbonática é escura, de granulação grossa, de composição calcítica, com estratificação plano paralela sub-horizantal, pertencente à formação Lagoa do Jacaré. Nas bordas da serra as vertentes são íngremes e escarpadas, com campos de lapiás, que também são encontrados nas bordas dos vales alinhados do topo.

Na base, o carste é do tipo subjacente e as vertentes são côncavas ou retas, migrando suavemente em direção à depressão do rio São Francisco. A rocha carbonática, da formação Sete Lagoas, é cinza clara, de granulação fina, laminada e com intercalações de camadas argilosas verdes.



Serra de Iuiú-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE

Cavidades	Nº de Registro
Buraco do Inferno da Gruta da Sucupira	021777.01007.29.28901
Santuário bom Jesus da lapa	015240.00429.29.03904
Gruta da Bananeira	013842.00372.29.28109
Gruta do Padre	013522.00363.29.28109

Notícias do carste do Bambuí



A Expedição dos Homens das Cavernas

No extremo oeste baiano, a então incógnita cidade de Santana foi palco de um experimento que despertou a curiosidade da comunidade de espeleológica nacional nos meados dos anos oitenta.

Era julho de 1987 quando os times do EGMS (Espéleo Grupo de Monte Sião), GBPE (Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas) e do EGA (Espéleo Grupo de Avaré) realizaram aquela que seria maior expedição brasileira em cavernas até o momento: A “Operação Tatus II – Experimento de Permanência Subterrânea”, dentro da área do Complexo Caverna do Padre.

O grupo, formado por mineiros e paulistas, partiu de Monte Sião-MG, com parada estratégica programada em Belo Horizonte: para junção da equipe da Rede Globo, que documentou toda a expedição, e para carregamento de materiais e equipamentos diversos. O comboio era formado por um caminhão de carga, duas caminhonetes e uma caravana, além 13 espeleólogos – que por 21 dias ficariam isolados em uma caverna – há 50 metros de profundidade, sem ver a luz do sol.

Após 30 horas de viagem, o grupo de 28 pessoas chegou ao local de destino na noite do dia primeiro de julho e os três dias posteriores foram utilizados para montagem de infraestrutura e testes.

A equipe externa, formada por 15 pessoas, do lado de fora tinha outra impor-

tante missão, além do apoio dado aos confinados: realizar o levantamento total das grutas da região. Foram localizadas cavernas de raras belezas, das mais bonitas do mundo, com belos desenhos de calcário e formações incomuns.

A caverna, que antes era um local de peregrinação religiosa, se tornou casa para os espeleólogos, que, respeitando a tradição do local, chamaram o padre da Paróquia de Santana para abençoar o trabalho deles antes da descida – e levaram uma carranca para proteger e abrir os caminhos lá embaixo.

O inédito experimento começou oficialmente no dia 04 de julho. Escuridão, ambiente úmido, comidas enlatadas, diálogos para evitar conflitos. Os onze homens e duas mulheres possuíam um telefone como contato com o mundo externo, mas a comunicação era realizada de maneira inusitada, através de batidas no bocal do telefone. Para que o isolamento fosse total, a pessoa do lado exterior da linha não falava, apenas batia uma vez no bocal para “SIM” e três vezes para “NÃO”.

Tudo estava sendo registrado na superfície, em um computador: as pesquisas, mudanças de comportamento, dificuldade de convivência e alterações biológicas. Em poucos dias, os confinados perderam a noção do tempo, e poderiam, por exemplo, almoçar de madrugada e dormir à tarde.

A primeira exploração na caverna teve como foco um rio subterrâneo. Apenas cinco dos quatorze quilômetros eram conhecidos. Os pesquisadores realizaram um levantamento completo do subterrâneo, descobrindo amplos salões e galerias com mais de 800 m de comprimento por 30 a 40 m de largura e 20 a 30 m de altura.

21 dias depois, estava estabelecido o novo recorde sul-americano de permanência em cavernas. A experiência rendeu frutos diretos, como a descobertas de novos espeleotemas, espécies biológicas e ossadas de animais extintos. A Gruta do Padre passou a ser a maior gruta da América do Sul da época, com 15 800 metros, topografados pela equipe interna. Na operação foram topografadas pela equipe externa as Grutas do Cipó, do Túnel, São Geraldo e o Labirinto do Toxodon.

Naquele ano, milhões de pessoas assistiram no Fantástico, da Rede Globo, às reportagens sobre a Operação Tatus II, que foi então considerada por muitos como um dos marcos divisores na história da luta pela preservação do patrimônio espeleológico brasileiro.



A surpreendente Floresta de Pedra da Serra do Ramalho

Em paralelo à margem esquerda do rio São Francisco, quase na divisa da Bahia com Minas Gerais, estão os terrenos cársticos da Serra do Ramalho. Essa serra, com cerca de 100 km de extensão, forma uma paisagem que se destaca e é capaz de intrigar os curiosos.



Lapiás da Serra do Ramalho, em Cocos-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Com suas formações rochosas verticais, cheias de sulcos – conhecidos como lapiás, a Serra do Ramalho é prato cheio para pesquisadores de cavernas. Com inúmeros sistemas de cavernas, alguns deles entre os maiores do Brasil, as cavidades da serra guardam verdadeiros tesouros para espeleólogos e espeleobiólogos: diversas espécies de animais troglóbios (animais que se especializaram para viver em cavernas, como aranhas, escorpiões e até peixes), sendo um dos principais locais com essa característica no país.

Mas, além do potencial bioespeleológico, a Serra do Ramalho guarda em si a possibilidade de atrair turistas. Os vastos campos de lapiás, que se estendem principalmente no município de Cocos, formam um labirinto apertado, acidentado e pontiagudo. E que a princípio, pode parecer estranho e impossível de penetrar.

Entretanto, esse tipo de paisagem, conhecida como “floresta de pedra” é atração turística em outros lugares do mundo, como no Parque Nacional Tsingy de Bemaraha em Madagascar, na Floresta de Pedra (Shilin) de Kunming na China, e na Malásia, nos Pináculos de Gunung Mulu. Esses exemplos são, inclusive, listados como Patrimônio Mundial pela UNESCO.



“Floresta de Pedra” da Serra do Ramalho, em Cocos-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Guardadas as devidas proporções, a Serra do Ramalho pode também ser aproveitada como um desses Parques Nacionais citados, já que atende os critérios necessários para configurar na lista de Patrimônio Mundial da UNESCO. Juntamente com outros atrativos próprios da região da Caatinga e do sertão do oeste baiano, a Serra do Ramalho, suas cavernas e seus campos de lapíás têm tudo para se tornar um polo do espeleoturismo no estado.

Para isso, recomenda-se o cadastro da área para contar dentro do inventário do Patrimônio Geológico Brasileiro. Concomitantemente, deve-se tomar as devidas providências de proteção das cavernas e do carste da Serra do Ramalho, considerando a legislação brasileira, desenvolvendo o Plano de Manejo Espeleológico, com os meios de gestão e utilização, para essa feição monumental.

Com a parte de proteção assegurada, como manda o figurino, algumas intervenções e infraestruturas são necessárias. Além de garantirem a segurança, tanto da natureza quanto das pessoas que a visitarão, estruturas como escadas e pontes dão um up na aventura. Restaurantes, pousadas e hotéis são outras demandas que virão à medida em que a Floresta de Pedra da Bahia começar a receber o devido destaque.



A guerra da água no Oeste

Nas últimas décadas, o oeste baiano despontou no cenário nacional do agronegócio, sobretudo na produção de soja e algodão. Atraídos pelos baixos preços das terras e pela promessa de expansão da produção agrícola, muitos brasileiros e estrangeiros fincaram raízes em municípios como Luiz Eduardo Magalhães, Barreiras, Correntina e São Desidério.

Enormes grupos exportadores de grãos se estabeleceram no local, e com o novo modelo de negócio, a água se tornou o bem mais cobiçado pelas empresas que ali se instalaram, com o discurso de gerar emprego para a população, mas que já ocasionou a morte do Rio Santo Antônio e de outros córregos, e avança cada vez mais sobre outros rios – muitos já com a vazão original substancialmente reduzida.

Os potentes sistemas de irrigação das empresas agrícolas, com seus pivôs centrais, se tornaram grandes vilões. Além deles, existem os piscinões, reservatórios gigantes, que chegam a ocupar quatro hectares de área plantada, utilizados pelas empresas no período da seca, a fim de evitar a perda da colheita.

A guerra pela água ocorre de maneira generalizada em toda região, desde a expansão do agronegócio, e agravou-se com a chegada das empresas estrangeiras e com as diversas outorgas concedidas, legalizando o direito de retirar montantes elevados de águas diariamente dos rios locais, como é o caso de uma empresa do agronegócio, exportadora de algodão e grãos, que retira do rio Arrojado um montante de 182.203 m³ por dia.

O volume de água retirada pela empresa seria suficiente para abastecer, por dia, mais de 6,6 mil cisternas domésticas só na região do Semiárido. A água consumida pela população de Correntina, por exemplo, equivale a apenas 2,8% da vazão retirada pela referida fazenda no rio Arrojado.

Em novembro de 2017, pequenos agricultores e demais pessoas que vivem às margens do rio Arrojado, invadiram e danificaram equipamentos para captação de água da fazenda Igarashi. O resultado foi um grande conflito que reverbera até os dias atuais.

Uma ação civil pública pede a anulação imediata das outorgas, sobretudo a que concede permissão para perfurar em uma única propriedade, 17 poços artesianos de alta vazão, para a construção de 10 piscinões. Essa água seria retirada do Aquífero Urucuia, traria impactos irreversíveis sobre o ambiente e para o equilíbrio ecossistêmico da região, como por exemplo, na vazão do Rio São Francisco, que é alimentado pelo aquífero.

Apesar de o Ministério Público baiano ter se mostrado favorável à suspensão de novas outorgas e à fiscalização das atividades produtivas, atualmente não há limites para exploração dos recursos naturais e os critérios técnicos das concessões estão desatualizados. A promotora Luciana Khoury apresentou uma proposta de Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), que prevê, entre outras obrigações, a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica para o rio Corrente, ferramenta que será fundamental para regular o balanço hídrico da região.

Embora os maiores volumes de água sejam retirados alto cursos dos principais rios alimentados pelo Urucuia e do próprio aquífero Urucuia, esse desequilíbrio reflete enormemente no aquífero Bambuí, que está estratigraficamente abaixo do Urucuia. Afinal, o aquífero Bambuí, que possui uma elevada importância hidrogeológica, capta água desses rios e também do aquífero Urucuia, através de seus condutos cársticos.

BIBLIOGRAFIA:

Almeida (1977); Cavalcanti *et al.* (2012); CESE (2019); Cruz (2018); Cunha (2017); Dantas *et al.* (2013); Egydio-Silva (1987); Godinho (2020); Gomes (2017); Iglesias & Uhlein (2009); Klimchouk (2015); Lladó (1970); Misi *et al.* (2007); Melo (2019); Muniz & Oliveira (2021); Rubbioli *et al.* (2019); Travassos *et al.* (2009)



Gruta da Pratinha, Iraquara-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

CAPÍTULO 04

PROVÍNCIAS CÂRSTICAS CARBONÁTICAS DA CHAPADA DIAMANTINA

O carste e as cavernas em rochas carbonáticas da Chapada Diamantina

A Chapada Diamantina é conhecida, principalmente, por ser um dos maiores polos de turismo ecológico do Brasil, que atrai milhares de visitantes, de dentro e fora do país, todos os anos. Com suas dezenas de atrações e atividades de lazer e esportivas disponíveis, a importância científica da Chapada Diamantina, em especial a espeleológica, talvez não alcance o conhecimento da maioria dos seus aventureiros.

Distribuídos de Norte a Sul na Chapada, em diferentes unidades e disposições geológicas e de relevo, os terrenos cársticos ali presentes são, em geral, de grande riqueza espeleológica – em número de cavidades, tamanhos expressivos no ranking nacional e mundial, presença de fósseis da megafauna, beleza cênica, entre outras peculiaridades.

Como em toda a Bahia, o carste da Chapada Diamantina é uma parcela importante no ecossistema local e necessita, mais do que urgentemente, de ações eficazes que visem sua proteção e uso sustentável – principalmente nas cavidades já consagradas dentro do circuito turístico da Chapada.

Geologia das rochas carbonáticas da Chapada Diamantina

A história geológica da Chapada Diamantina é bastante complexa, tanto em número de unidades envolvidas, quanto em relação aos processos necessários para chegar à configuração de relevo que temos hoje. Por isso, nesse tópico iremos focar somente, e bem resumidamente, na parte de diz respeito às unidades cárstico-carbonáticas da região.

Na Chapada Diamantina ocorrem três unidades carbonáticas com desenvolvimento cárstico: Grupo Una (Formação Salitre), Formação Caboclo e Formação Caatinga (Fig. 5). Distribuídas de Norte a Sul e de Leste a Oeste na Chapada Diamantina, as rochas dessas unidades se intercalam com outros pacotes rochosos, sedimentares ou metassedimentares.

A Formação Caboclo, que faz parte do Grupo Chapada Diamantina, do Supergrupo Espinhaço, é a mais antiga dentre as três citadas. Depositada durante o Mesoproterozoico, ou seja, entre 1.600 e 1.000 bilhões de anos atrás, é também abrigo dos terrenos cársticos mais antigos na Bahia.

Por sua idade, a história geológica da Formação Caboclo é profundamente conectada ao Cráton do São Francisco. Suas rochas foram depositadas em um tipo de bacia sedimentar chamado intracontinental, ou seja, sobre a massa continental do Cráton do São Francisco em um processo de subsidência – onde, bem resumidamente, a superfície terrestre “afunda” e se forma uma bacia sedimentar.

As rochas da Formação Caboclo são, em sua maioria, siliciclásticas. Mas em seus 400 metros de espessura, no máximo, essas se intercalam com camadas carbonáticas, descritas como lamitos algais, calcarenitos, calcilitos e estromatólitos. A Formação Tombador, unidade da base do Grupo Chapada Diamantina, abaixo da Formação Caboclo, é composta por conglomerados e arenitos de diferentes ambientes.

A Formação Salitre, do Grupo Una (Supergrupo São Francisco), foi depositada no Neoproterozoico, entre 1.000 bilhões e 540 milhões de anos. Ela é cronocorrelata às rochas das outras Províncias Espeleológicas Carbonáticas da Bahia: Supergrupo Canudos e Grupos Bambuí e Rio Pardo. Isso significa dizer que esse conjunto de rochas carbonáticas, formadas em diferentes mares espalhados pelo território que hoje é a Bahia, foi originado aproximadamente ao mesmo tempo.

Assim como suas unidades “irmãs”, os carbonatos da Formação Salitre são do tipo cap carbonates, que ocorrem sobre rochas sedimentares glaciais, os diamictitos e/ou tilitos – nesse caso, da Formação Bebedouro. A Salitre é uma sequência pelito-carbonática composta por carbonatos de planície de maré – calcilitos, margas, silixitos, calcarenitos, calcissilitos, argilitos, dolomitos e laminitos algais – intercalados com pelitos.

Ao longo de sua extensão, a Formação Salitre possui espessuras variando entre 550 e 1.000 metros. Ela ocorre de forma separada e com características distintas nas bacias de Irecê e Una-Utinga, além da sinclinal de Ituaçu. A porção do Salitre em Ituaçu é a mais intensamente deformada, pois foi submetida a um processo diferente, e de nome complicado, chamado inversão do aulacógeno

do Paramirim, durante o evento Brasileiro que já foi citado em outras histórias geológicas nesse livro.

Já a Formação Caatinga corresponde às rochas carbonáticas e aos terrenos cársticos mais recentes do estado, formadas na Era Cenozoica, entre o Pleistoceno e Holoceno, com no máximo 1,8 milhões de anos. Essas rochas ocorrem, principalmente, nas bacias hidrográficas dos rios Verde, Jacaré e Salitre.

É uma sequência carbonática de origem continental, formada a partir do intemperismo físico, químico e biológico dos carbonatos Salitre, que se desagregou e foi dissolvido e reprecipitado, formando um tipo de rocha carbonática denominado calcrete. Esse processo se deu praticamente sem transporte do material desagregado, por isso o calcrete Caatinga e os carbonatos Salitre são fortemente vinculados também em sua distribuição e localização.

Por sua origem, esses carbonatos raramente superam 20 m de espessura e ocorrem de três formas: a) calcários laminados a maciços, pulverulentos, denominados de calcretes Caatinga; b) tufos calcáriosossilíferos; e c) areia carbonática.

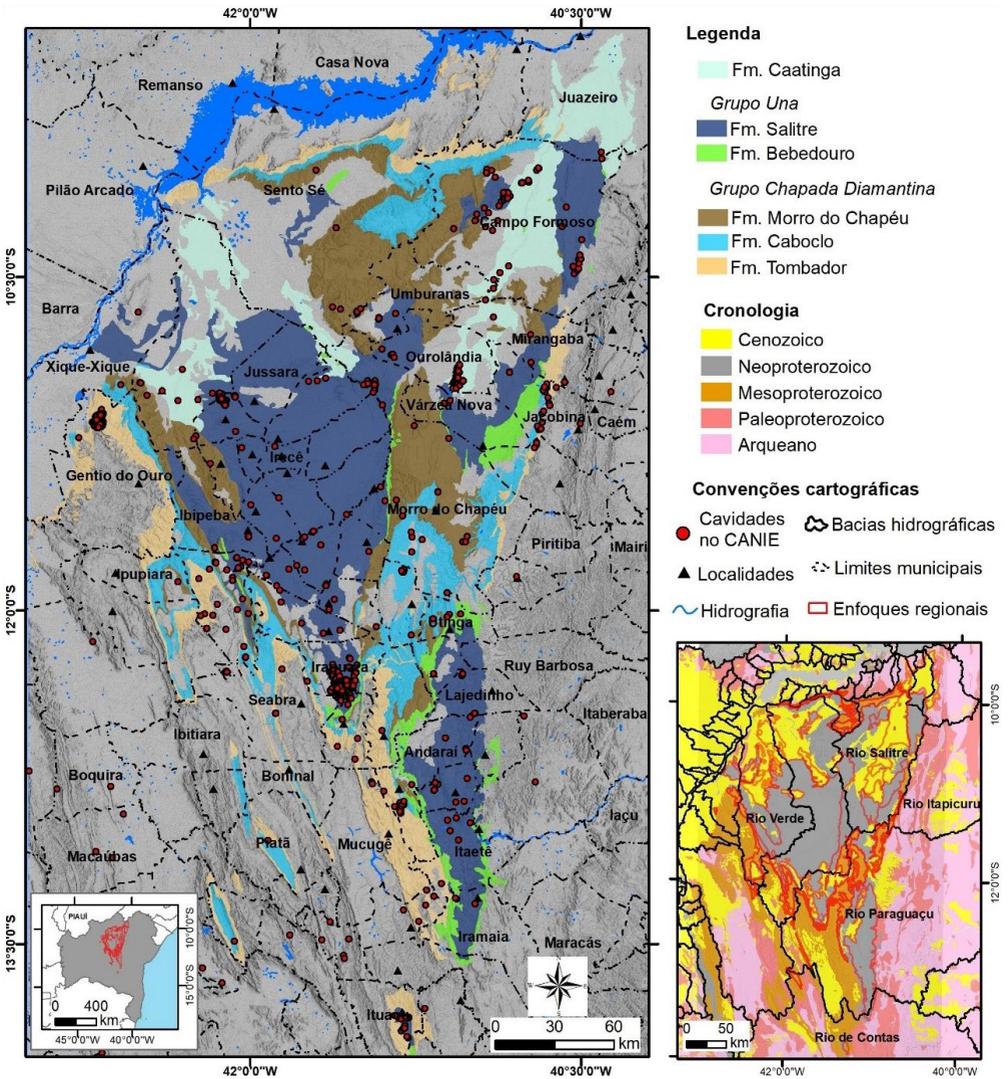


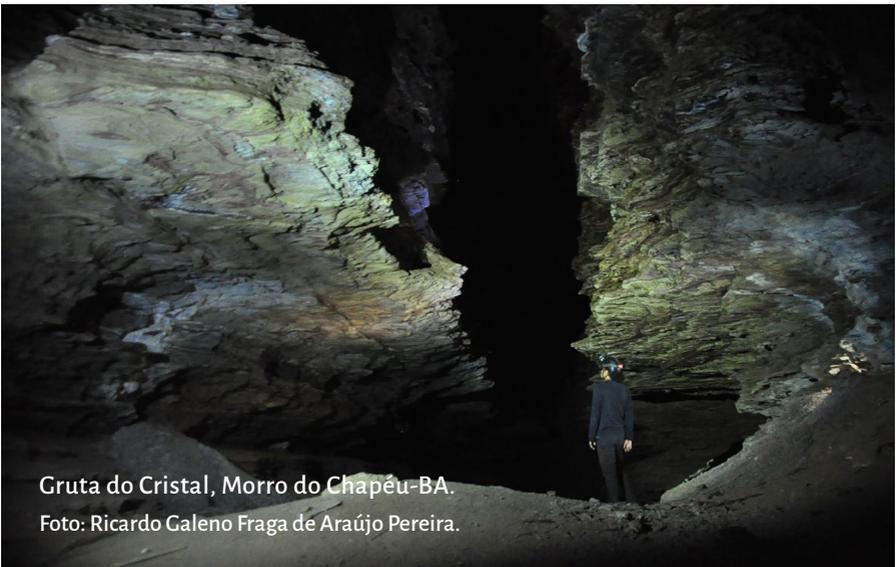
Figura 5 | Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Una, da Formação Caatinga e Formação Caboclo

O carste da Formação Caboclo

A formação Caboclo ocorre predominantemente na porção Norte da Chapada Diamantina – em geral, bordejando as bacias carbonáticas do Grupo Una: Irecê, Una-Utinga, e parte da Sub-Bacia Campinas. As rochas Caboclo ocorrem mais associadas a relevos serranos e acidentados – em associação às formações Tombador e Morro do Chapéu, também do Grupo Chapada Diamantina –, sendo assim os terrenos carbonáticos de maiores cotas e declividades da Bahia.

Em meio às serras sustentadas pela formação Caboclo ocorrem dolinas, colapsos de terreno e cavernas. Por vezes, as cavidades se encontram nas faces de paredões escarpados e de difícil acesso, como na região do município de Barra do Mendes. Existem 24 cavidades naturais subterrâneas registradas no CANIE, na Província Espeleológica Caboclo.

A mais conhecida e maior caverna dessas é a Gruta do Cristal, situada entre os municípios de Morro do Chapéu e Bonito. De origem hipogênicas, ela possui um padrão de desenvolvimento do tipo rede (network) e 3.925 metros de projeção horizontal. A gruta é um dos principais afloramentos da formação Caboclo, sendo alvo de estudos recentes sobre esse pacote de rochas que, de forma peculiar, se encontra silicificado – que significa dizer que a calcita, da original composição carbonática da rocha, foi totalmente substituída por sílica. Essa substituição ocorre através de processos hidrotermais e preserva o aspecto visual e estrutural da rocha carbonática, inclusive as feições cársticas, mudando somente sua composição química.



Gruta do Cristal, Morro do Chapéu-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

A Oeste da Bacia de Irecê, na região conhecida como Chapada Velha, a formação Caboclo ocorre em serras. As poucas cavidades que são registradas para a área ocorrem nas vertentes escarpadas dessas serras, onde a rocha apresenta um aspecto bastante friável e baixa espessura, passível a desmoronamentos, como se observa em poucos pontos nas serras do município de Barra do Mendes.



Serra de Barra do Mendes com cavidades na vertente.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Já a Leste da Bacia de Irecê, os afloramentos da formação Caboclo são mais extensos, apresentam maiores espessuras e possuem maior número de cavidades, com cerca de 20 registros no CANIE. A rocha apesar do aspecto e estruturas características dos carbonatos – com destaque para as esteiras estromatolíticas –, se encontra silicificada.

O relevo se divide em serrano e acidentado, ou aplainado bordejando conjuntos de morros, como observado na gruta do Cristal já mencionada. Outra feição encontrada nessa porção do Caboclo, são as dolinas, que ocorrem tanto na forma de subsidência, com perfil suave, quanto como dolinas de abatimento com vertentes escarpadas, como o Buraco do Possidônio, o Buraco da Velha Duda e o Abismo do Zequinha.



Buraco do Possidônio, dolina de abatimento, em Morro do Chapéu-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Apesar de recentes estudos que dão à formação Caboclo relativa importância científica, e apesar, principalmente, desse pacote de rochas estar inserido em meio ao maior polo de ecoturismo da Bahia – a Chapada Diamantina –, ela não apresenta potencialidades em termos de espeleoturismo ou usos religiosos e culturais de suas cavidades.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE

Cavidades	Nº de Registro
Abismo do Zequinha	020014.00960.29.22052
Buraco da Velha Duda	016960.00958.29.21708
Buraco do Possidônio	017671.00961.29.21708

O carste da Formação Salitre do Grupo Una

Com sua ocorrência distribuída nas bacias de Irecê, Una-Utinga e na Sinclinal de Ituaçu, o carste da Formação Salitre se manifesta de maneira descontínua, com um desenvolvimento cárstico diferenciado em cada seção. Ao todo, em maio de 2022, haviam 420 cavidades registradas no CANIE para a Província Espeleológica do Grupo Una.

Ao Norte da Sub-Bacia Campinas, no município de Campo Formoso, o calcário é em grande parte maciço, variando em tons de cinza a branco, com granulometria de fina a média. Nas proximidades do povoado de Laje dos Negros, o relevo ganha vida na forma de um conjunto de morros amplos – a maioria de topos convexos, mas ocorrem também alguns morros de topos planos. Por toda a área, as feições cársticas de superfície que ocorrem são raras, normalmente dolinas circulares, menores que 10 m de diâmetro e com perfis de abatimento escarpados.

Se na superfície o carste parece se esconder, no subterrâneo ele grita. Pois nessa área estão as duas maiores cavernas registradas em território brasileiro: a Toca da Boa Vista e a Toca da Barriguda, atualmente com 114 km e 35 km de extensão mapeados. Essas cavidades, bem como outras que ocorrem por ali, possuem diversas feições indicativas de espeleogênese hipogênica.



Pendants na Toca da Barriguda, Campo Formoso-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

No restante da Sub-Bacia Campinas o relevo é desenhado por morros e colinas amplas, de vertentes suaves, que contrastam com a Serra do Tombador à Leste. Os afloramentos dos carbonatos Salitre são raros, normalmente associados a partes mais acentuadas das vertentes. A rocha se apresenta cinza escuro, laminada e de granulação fina. Quando não aflorante, os carbonatos estão encobertos por sedimentos areno-argilosos, alaranjados, caracterizando o carste como encoberto.

Na extremidade Norte da Bacia de Irecê o relevo se manifesta como uma borda de planalto cárstico, heterogêneo, formando amplos degraus com campos de lapiás, cânions e outras feições cársticas típicas. Próximo a Gruta de Brejões o relevo possui declives acentuados, onde ocorrem vales estreitos, encaixados e profundos, que resultaram do colapso do teto de cavidades. Na região do município de Central, o relevo é mais dissecado, com declives suavizados que, em alguns locais, são cortados por vales cársticos rasos, de fundo plano, coberto por sedimentos areno-siltosos. Nas bordas dos vales, se formam paredões rochosos escarpados, com menos de 15 m de altura, com campos de lapiás nos topos e cavernas na base.

Nos vales cársticos das imediações da Gruta dos Brejões, o carbonato Salitre é cinza, de granulação fina a média, laminado ou estratificado.



Entrada da Gruta dos Brejões, em Morro do Chapéu-BA. Observar o homem de escala no centro, abaixo.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

No centro-norte da Bacia de Irecê, onde está o município de Irecê propriamente dito, o carste é encoberto por um pacote sedimentar de cores avermelhadas, que alcança 60 m de espessura em alguns locais. O relevo ocorre como um planalto suavemente ondulado, marcado por colinas amplas. As formas cársticas são esparsas, normalmente dolinas de subsidência amplas, de bordas suaves e formatos variados.

Em alguns lugares, mais especificamente no município de Lapão, são recorrentes os fenômenos de subsidência e colapso do terreno, afetando imóveis em várias partes da cidade. Ainda em Lapão, ocorrem lajedos do carbonato Salitre cobertos por lapiás, sugerindo que o pacote sedimentar que recobre esse carste é menos espesso nessas redondezas.



Lajedo coberto por lapiás em Lapão-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

O extremo oeste da Bacia de Irecê tem o carste encaixado entre serras das formações Caboclo e Morro do Chapéu. A superfície carbonática, que aflora em meio à sedimentos alaranjados, areno-argilosos, é marcada por lapiás de aspecto arredondado. Quando em vertentes, os lapiás têm maior rugosidade. O carbonato é cinza, de claro a escuro, de granulação fina e ocorre variando de laminado a estratificado, pontualmente maciço.

Na parte centro-sul da Bacia de Irecê ocorrem os relevos mais elevados de toda a bacia. O carste é encoberto por um pacote sedimentar areno-argiloso, de cores avermelhadas, que alcança 80 m de espessura em alguns locais. As feições cársticas superficiais são raras e discretas. Em contraste, na zona rural de Canarana, ocorre um campo de lapiás, com cerca de 300 m², com algumas lagoas distribuídas e 4 cavernas registradas no CANIE.



Campo de lapiás com lagoa em Canarana-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Mais a sul, fechando a Bacia de Irecê, está uma das áreas cársticas mais conhecidas na Bahia, em termos de turismo, dentro do circuito turístico da Chapada Diamantina. É onde se encontram as famosas grutas da Pratinha, Torrinha e Lapa Doce, por exemplo, além do Poço Azul e Poço Encantado. Ali, os terrenos cársticos, que apresentam uma alta densidade de cavernas, estão cercados ao Leste, Sul e Oeste por serras de rochas siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina.



Entrada da Gruta da Torrinha, Iraquara-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

As rochas carbonáticas se apresentam em tons de cinza, de claros a escuros, com granulação de fina a média, estrutura variando entre laminada, estratificada e brechada. O relevo, que varia de aplainado a ondulado, é marcado por uma diversidade de formas cársticas, com destaque para as dolinas – de tamanhos, perfis e morfologias diversas, com dolinas de subsidência e também de colapso. A maioria dos lapíais da área tem aspecto arredondado, o que indica uma desnudação recente. O carste é coberto por uma camada de sedimentos recentes, alaranjados e textura areno-argilosa, com espessuras de até 25 metros.

À Sudeste da Bacia de Irecê está a Bacia Una-Utinga, na borda oriental da Chapada Diamantina. O relevo cárstico é, em geral, composto por uma zona, à Oeste, mais rebaixada, com morros de vertentes suaves, que evolui para uma rampa suavemente ondulada, à Leste. Essa configuração forma um vale assimétrico, onde as maiores cotas chegam até 750 m, que possui um topo suave, alongado e destacado na sua vertente oriental.

As feições cársticas são comuns e as cavernas se distribuem de Norte a Sul da bacia. Nos arredores de Itaetê, fenômenos de colapso do terreno são frequentes, formando dolinas, como observado no Abismo do Ireño. As cavernas podem ser divididas em dois grupos principais conforme seus padrões de desenvolvimento. As cavidades com padrão em rede (network), como a Gruta da Marota, em Andaraí, a Gruta da Lapinha, em Ibiquera, e a Lapa do Bode, em Itaetê. E as cavidades com padrão labiríntico, como o Poço Azul, em Nova Redenção e o Poço Encantado, em Itaetê.



Poço Azul em Nova Redenção-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Ao longo da Bacia Una-Utinga, as rochas carbonáticas são, predominantemente, cinzas, laminadas, de granulação fina a média, calcíticas. Podem ocorrer porções esbranquiçadas, laminadas ou maciças, em alguns lugares. É comum encontrar níveis de chert cinza associados, e também cristais de pirita disseminados no carbonato, de maneira mais localizada.

Por fim, a Sub-Bacia Ituaçu, que consiste na porção mais ao sul de afloramentos dos carbonatos da Formação Salitre. Os carbonatos são cercados, à Leste, Norte e Oeste, por serras de rochas siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina, especialmente da formação Tombador. Os carbonatos Salitre se apresentam laminados, cinza escuros, de granulação fina e deformados.



Relevo da Bacia de Ituaçu-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

O relevo da sub-bacia é composto de uma superfície rebaixada, com morros isolados esparsos. A maioria das cavidades conhecidas na área se encontra associada aos morros. Alguns dos morros possuem aspecto típico de cone cárstico, a exemplo do Morro dos Peitos. Outros, maiores, possuem vertentes escarpadas, sustentadas por paredões rochosos dos carbonatos Salitre, a exemplo do Morro

das Araras – que apresenta topo aplainado, lapiás, dolinas e cavernas na parte superior: a Lapa do Bode, uma cavidade ampla com diversidade de espeleotemas; e a Gruta do Icó (sem registro no CANIE), de salões amplos, onde a formação Salitre exibe intensas deformações de natureza dúctil.



Serra carbonática, Ituaçu-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

A cavidade mais conhecida na região de Ituaçu é a gruta da Mangabeira, que abriga um templo religioso, no padrão da Igreja Católica, e é local de grande romaria, que ocorre há mais de 100 anos. Além da importância religiosa, a Mangabeira possui uma grande riqueza e diversidade de espeleotemas, como escorrimentos, cortinas e várias helictites.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE

Cavidades	Nº de Registro
Toca da Boa Vista	015762.00755.29.06006
Toca da Barriguda	015764.00756.29.06006

Cavidades	Nº de Registro
Gruta dos Brejões	016955.00953.29.18357
Gruta da Lapa Doce	015535.00563.29.14406
Gruta da Torrinha	015538.00566.29.14406
Gruta da Pratinha	015619.00646.29.14406
Abismo do Ireno	020024.00953.29.15007
Gruta da Marota	019801.00905.29.01304
Gruta da Lapinha	015751.00749.29.12608
Lapa do Bode	015702.00711.29.15007
Poço Azul	015687.00699.29.22854
Poço Encantado	015691.00701.29.15007
Lapa do Bode	015702.00711.29.15007
Gruta do Icó	Sem registro
Gruta da Mangabeira	015661.00680.29.17201

Notícias do carste do Grupo Una



O belo mundo subterrâneo da Chapada Diamantina

No coração da Bahia, um destino que deixa a todos arrebatados: A Chapada Diamantina. Ali, sentimos aquele tipo de paixão avassaladora: apaixonamo-nos pelo exterior – pelo que vemos em seus exuberantes morros e cachoeiras – e também pelo que acessamos em seu interior. Diversas grutas e cavernas que abrem portas para um surpreendente mundo subterrâneo.

Em Iraquara, a Gruta da Lapa Doce é a mais visitada da região e impressiona pela sua amplitude e pelas formações rochosas que despertam a curiosidade e a imaginação dos visitantes. São quase 17km de um sistema de cavernas de grandes galerias, mas apenas uma pequena parte é visitável. Recentemente, mediante exploração subaquática, o sistema da Lapa Doce foi conectado e ampliado, de

modo que em breve essa cavidade deve ser reposicionada no ranking das grandes cavernas brasileiras. Diariamente, centenas de turistas curtem um momento mágico de silêncio e escuridão antes de serem autorizados a acenderem suas lanternas e curtirem a visita com direito também à visualização de hieróglifos, fósseis e cerâmicas.

Ali perto, repousa outro tesouro subterrâneo: a Gruta da Torrinha. Onde encontramos formações geológicas raras, como as estalactites de cristal transparente, canudos de calcita e as agulhas de gipsita de 60 centímetros de comprimento.

Ainda em Iraquara, o passeio da Gruta da Pratinha e da Gruta Azul em conjunto são um dos maiores atrativos da região. A visita à Gruta Azul é rápida, pois o local é aberto apenas para observação, como se fosse um mirante. Não é permitida a circulação dos turistas dentro da gruta e nem mesmo o banho. Já na Pratinha, um balneário de cor azul turquesa, além de admirar suas águas cristalinas, é programa obrigatório fazer flutuação no túnel inundado.



Gruta da Pratinha, Iraquara-BA.
Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Em Itaetê e Nova Redenção, duas novas paisagens com águas cristalinas deslumbram o turista: o Poço Encantado e o Poço Azul, respectivamente. Duas cavernas iluminadas por um “buraco no teto”, que tornam os poços dos dois locais mais incríveis quando os fachos de luz do sol penetram por ali e iluminam os lagos. O Poço Encantado permite apenas uma visita apenas contemplativa, porém no Poço Azul a flutuação é permitida. Este último possui extrema relevância científica, sendo o maior sítio paleontológico submerso do país devido a descobertas de diversos fósseis de espécies da megafauna que habitaram a região.



Poço Encantado em Itaetê-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Um pouco menos conhecida que suas vizinhas de Chapada, a Gruta dos Brejões, em Morro do Chapéu, é detentora da terceira maior boca de caverna, ou pórtico de entrada, do país e constitui importante sítio paleontológico e arqueológico, com presença de pinturas rupestres e ossadas de animais da megafauna. Situado dentro da APA Gruta dos Brejões/Vereda do Romão Gramacho, e a 300 m da comunidade quilombola Gruta dos Brejões, o local ainda é pouco conhecido pela maioria dos turistas comuns que vão à Chapada Diamantina, porém atrai, anualmente, milhares de romeiros em busca de milagres atribuídos à Nossa Senhora dos Milagres, cujo altar fica no interior da gruta.



A Gruta da Mangabeira

Em Ituaçu, mais especificamente na Gruta da Mangabeira, acontece a segunda romaria mais tradicional da Bahia. Em devoção ao Sagrado Coração de Jesus, o salão na entrada da caverna foi transformado em santuário, com altar, cadeiras e imagens de santos católicos. Milhares de romeiros passam por ali, principalmente entre agosto e setembro, a caminho do Santuário de Bom Jesus da Lapa.

A caverna possui beleza cênica que atrai não só devotos, mas turistas e curiosos, que visitam o santuário e, muitas vezes adentram um pouco mais na caverna para conhecer algumas de suas feições e espeleotemas. Atualmente, estima-se que 150 mil pessoas visitem a caverna ao longo do ano.



Gruta da Mangabeira, Santuário do Sagrado Coração, Ituaçu-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Semelhante a outras cavernas-santuários do sertão baiano, a tradição teve início com um incidente envolvendo um vaqueiro—o mito do vaqueiro. A narrativa conta que um vaqueiro caiu no interior da caverna ao ser arremessado do cavalo, quando estava em busca de um animal que desgarrou do rebanho. Ao cair, ele roga ao Sagrado Coração de Jesus por proteção, saindo ileso do acidente. Depois de alguns a devoção começou no local, primeiro com um cruzeiro marcando o ponto da queda e, posteriormente com a estrutura que é vista hoje, com escadaria, iluminação e o santuário em si.



Colapsos em Lapão

Um fenômeno geológico iniciado, ou percebido, em 2008 despertou a atenção dos cerca de 25 mil habitantes da pequena cidade de Lapão, a 492 km de Salvador, e reverbera até os dias atuais. A cidade, que foi erguida sobre terreno carbonático, apresentou rachaduras que chegaram a 20 centímetros de largura e pelo menos um metro de profundidade. Além disso, na ocasião, seis casas apresentaram rachaduras nas paredes e tetos.

No mês de outubro daquele ano, moradores assustados saíram correndo de suas casas, ao ouvirem barulhos similares ao de trovões e perceberem enormes fissuras que surgiram cortando ruas, pisos e paredes. A “Gruta do Lapão”, um dos pontos turísticos mais visitados da cidade, também foi atingida com o colapso. Desde então, as causas desse fenômeno vêm sendo estudadas.



Parede com rachadura em construção abandonada, Lapão-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

O município está localizado nas bacias hidrográficas dos rios Verdes e Jacaré, especificamente na sub-bacia do riacho do Juá e é reconhecido pelo seu potencial agrícola, que propicia o aumento de áreas irrigadas, por meio da utilização águas subterrâneas retiradas através dos poços tubulares.

Essa extração de água de forma ininterrupta e desordenada, tanto dos rios locais quanto dos poços, que geralmente ocorre sem um estudo prévio do volume que pode

ser consumido de forma sustentável, aliadas com a ação irregular do homem nesse solo, especialmente com a retirada da vegetação original, pode ter levado à drenagem das cavidades subterrâneas, provocando o aparecimento de fendas na região.

Vários estudos realizados após o aparecimento das fissuras identificaram uma forte relação do ocorrido com a retirada de água para irrigação dos plantios locais, que aceleraram o processo de dissolução das rochas carbonáticas. Pesquisas realizadas antes do ocorrido no aquífero local apontavam para um rebaixamento progressivo do nível hidrostático com o tempo (0,32 m/ano), acompanhadas a uma redução média das chuvas (240 mm/ano) no mesmo período, resultando em uma superexploração desses recursos. O volume de água retirado por dia mostrou-se 2,65 vezes maior que a disponibilidade do aquífero. Nenhuma chuva seria capaz de repor essa quantidade retirada.

Estudos geofísicos realizados pela CPRM, em 2013, identificaram, através do método de eletrorresistividade, descontinuidades e cavidades nos terrenos carbonáticos da cidade de Lapão. Eles concluíram que as atividades humanas influenciam fortemente os processos geológicos locais, e que as áreas atualmente consideradas fora de risco poderiam evoluir para risco eminente, visto que possuem as mesmas características geológicas e de ocupação que favoreceram os colapsos já ocorridos.



Fundação de construção abandonada sobre lajedo carbonático, Lapão-BA.
Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

O estudo apontou que a continuidade na utilização de poços tubulares em áreas de rochas carbonáticas já enfraquecidas pela dissolução é altamente arriscada e não recomendada, pois tendem a acelerar o processo de formação de dolinas. Eles concluem recomendando que outros estudos geofísicos sejam feitos, com métodos como o gravimétrico e a técnica de G.P.R. (Ground Penetrating Radar), para completar o reconhecimento inicial realizado, contribuindo no entendimento da evolução dos processos, e delimitar melhor as áreas de risco no município.

Desde o ocorrido, o Ministério Público local vem atuando em um trabalho contínuo. A implantação de um sistema de monitoramento do aquífero cárstico e um efetivo mapeamento geológico, geotécnico e geofísico mostram-se como uma das principais medidas imediatas, para que as novas informações aferidas possam trazer ações preventivas na preservação dos recursos hídricos locais e as zonas de riscos possam ser acompanhadas.

Além disso, faz-se necessário um programa de incentivo ambiental à população local e o acompanhamento das empresas em atuação na cidade, para que as áreas de riscos sejam preservadas e o equilíbrio hídrico possa ser restabelecido na região.

O carste da Formação Caatinga

Os terrenos cársticos dos carbonatos Caatinga ocorrem de forma anexa ao carste da Formação Salitre, aparecendo conectado a este ou nas suas imediações. Sua ocorrência é restrita às bacias hidrográficas dos rios Verde, Jacaré e Salitre, ao Norte da Chapada Diamantina até chegar no rio São Francisco, na divisa entre Bahia e Pernambuco.

Um aspecto ambiental importante em relação a esses terrenos cársticos é a intensa exploração do calcrete Caatinga como rocha ornamental, comercializada sob o nome de Mármore Bege Bahia. Atualmente ocorrendo principalmente na região de Ourolândia, há um verdadeiro conglomerado de pedreiras que atuam, e atuaram durante muitos anos, de forma agressiva – sem implementar as devidas medidas de recuperação das áreas degradadas. Em muitos locais, onde os trabalhos de lavra se encerraram, existem hoje “cemitérios” de cavas com blocos não aproveitáveis e resíduos abandonados. Esse é um cenário de risco para a Província Espeleológica da Formação Caatinga, com seu patrimônio espeleológico ainda pouco conhecido, e que pode se espalhar ainda mais por áreas de calcrete ainda não exploradas.



Relevo rebaixado e aplainado onde ocorre o carbonato Caatinga – calcário Salitre ao redor, nas partes elevadas.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

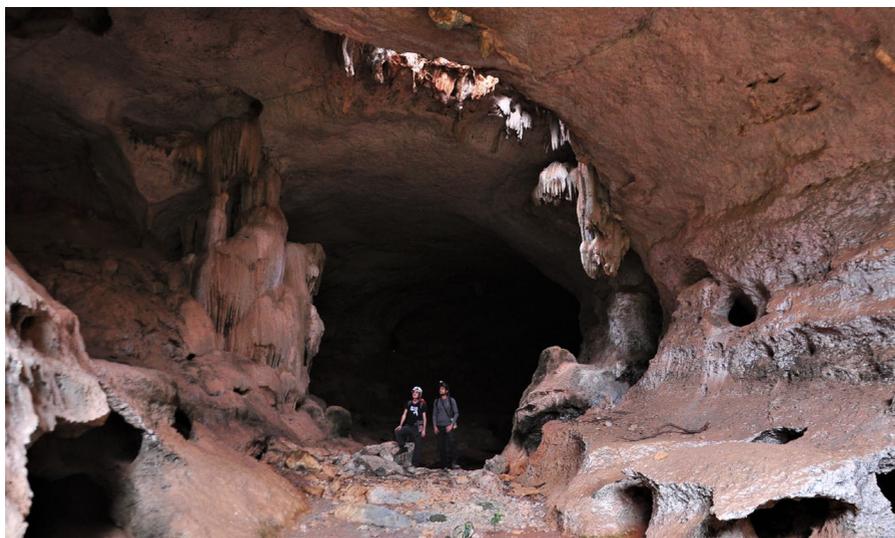
Nas bacias dos rios Verde e Jacaré, a Noroeste da Bacia de Irecê, o carste do Caatinga ocorre em relevo aplainado. Em algumas áreas, a superfície é marcada por uma fina cobertura de sedimentos laranja acinzentados. Em outras, aparecem extensos lajedos rochosos de superfícies que variam de lisas a rugosas – com campos de lapiás e cavidades com tetos baixos e de difícil acesso. Em alguns locais ocorrem veredas, um indicativo da baixa profundidade do nível d'água, o que diminui a probabilidade de se encontrar cavidades acessíveis. As poucas cavernas registradas para essa área se situam em partes mais elevadas do terreno.

O carbonato Caatinga se apresenta branco acinzentado, de composição calcítica, estrutura maciça ou com acamamento incipiente, e granulação de fina a grossa – com clastos angulosos que caracterizam porções de brechas carbonáticas. É comum a ocorrência de manganês sob a forma de nódulos ou camadas horizontais, que ficam sobressalentes por conta da resistência desse material à dissolução, em comparação à do calcete.

Na bacia do rio Salitre, inserida na Sub-Bacia Campinas e circundado pelo carste da Formação Salitre, o carste Caatinga também possui relevo aplainado. A superfície é marcada, em alguns locais, por uma fina camada de sedimentos de cor

avermelhada, intensa. Em outros lugares, ocorrem lajedos rochosos lisos, com fendas e cavidades de pequenas dimensões.

Nessa porção da formação Caatinga ocorrem mais cavidades que em sua contraparte Oeste, com cerca de 60 registros no CANIE. Ocorrem também cavidades maiores e de relevância. A exemplo da Toca dos Ossos, a maior desse carste, e que ocupa a oitava posição no ranking das maiores cavernas do Brasil, com 14.200 m de desenvolvimento em projeção horizontal, e um rico acervo paleontológico, sendo considerada de máxima relevância. São destaques também a Gruta da Lapa do Convento, com 9.200 m mapeados, em 16ª posição no ranking, e as Pontes do Sumidouro – uma sequência de arcos rochosos sobre o rio Pacuí, um local bastante aproveitado para turismo e lazer, por pessoas da região.



Toca dos Ossos, Ourolândia-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Atualmente está em processo a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) na Toca dos Ossos. É uma medida de compensação ambiental, que inclui ações de recuperação da vegetação sobre e no entorno da cavidade, que visa proteger essa importante caverna – que não há muito tempo ficava muito próxima à frente de lavra de uma pedreira que explora o mármore Bege Bahia.

Os calcetres Caatinga se apresentam, majoritariamente, de forma maciça, com composição calcítica, esbranquiçados, com clastos subangulosos, de tamanho de grânulos e seixos, em meio a uma matriz fina.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE

Cavidades	Nº de Registro
Toca dos Ossos	015718.00724.29.23357
Lapa do Convento	015783.00769.29.06006
Pontes do Sumidouro	015778.00764.29.06006

Notícias do carste da Formação Caatinga



Mármore Bege Bahia: ornamentação e destruição

Os calcários da formação caatinga, conhecidos em todo país como Mármore Bege Bahia ou Travertino Nacional, estão distribuídos pelo centro-norte do estado da Bahia e são uma das rochas ornamentais mais importantes e com uso difundido no Brasil. É comum encontrarmos esse material aplicado a arquiteturas diversas, sobretudo em construções dos anos oitenta ou noventa.

Seja em bancadas, balcões ou como revestimento de piso e parede, ou até em obras de arte, a comercialização desta pedra com padrão cromático de veios elegantes e que remete ao irmão italiano ainda mais famoso – travertino romano –, contribui de forma expressiva para tornar as rochas ornamentais o quinto bem mineral mais exportado pelo Brasil.

A comercialização do Bege Bahia começou através da utilização da rocha como pedra para calçamentos, no início dos anos 1950. Ainda no final desta década passou a ser removido em bloquetes para recorte de chapas e utilização como mármore.

A cidade baiana de Ouro-lândia se destaca pela extração, beneficiamento e processamento da pedra, e devido a importância comercial da região, diversas empresas se instalaram no local, o que ocasionou grandes impactos sociais na dinâmica da cidade e impactos ambientais no carste e ecossistema local.



Lavra de Bege Bahia abandonada, Ourolândia-BA.

Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

Houve aumento das ofertas de emprego, tornando a cidade uma das poucas da região a não depender do poder público como principal fonte de renda para a população. Por outro lado, verificou-se que ao longo dos anos muitas empresas atuavam de forma irregular, realizando atividades de extração e beneficiamento de mármore com prejuízo aos recursos hídricos da bacia do rio Salitre. Além disso, foi identificado um subaproveitamento das pedras extraídas: apenas 30% delas eram aproveitadas, e durante o processo de serragem podia-se perder até 25% a mais do minério.

Em 2018, foi assinado um termo de acordo coletivo ambiental com as empresas atuantes na região junto ao Ministério Público estadual, com o objetivo de regularizar as atividades de extração em Ourolândia. Este documento visa o desenvolvimento tecnológico das atividades praticadas no local, de modo que os impactos ambientais sejam minimizados e o patrimônio cultural, espeleológico, arqueológico e paleontológico do Município seja protegido. Dentre as principais ações estabelecidas pelo acordo, definiu-se a implantação de um viveiro capaz de produzir mais de 20 mil mudas nativas por ano durante 10 anos; soluções tecnológicas que permitirão utilizar os rejeitos dos mármore para produzir cimento, argamassa e corretivos de solo para uso agrícola; dentre outras ações, além de contrapartidas financeiras da ordem de 7 milhões de reais.



As águas em risco

Como já observado em outras regiões da Bahia, a exploração descontrolada da água para fins de irrigação prejudica muitos rios e aquíferos baianos. A interrupção do curso d'água pela construção de 35 barramentos e a captação insustentável de água na bacia do rio Salitre ocasionou o desgaste da dinâmica hídrica local e seca do rio Salitre, antes perene, e que atualmente apresenta fluxo intermitente após a barragem instalada em Ourolândia.

Os Perímetros de Irrigação implementados pelo Governo Federal através da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), envolvendo empresas privadas do agronegócio atuantes na Bahia, acabou por favorecer o grande produtor em detrimento dos pequenos agricultores locais – aumentando a desigualdade no acesso à água e acarretando na superexploração dos recursos hídricos locais, devido à grande capacidade de produção das maiores empresas. Esse cenário acirrou ainda mais o conflito pela água na região, que já teve até confronto armado no auge das tensões.

Nas bacias dos rios Verde e Jacaré a história ainda não é a mesma em termos de conflito, mas tem possibilidade de se igualar nos problemas ambientais enfrentados na bacia do rio Salitre. A extração de água subterrânea, através do crescente número de poços tubulares, tem ocasionado o rebaixamento do nível d'água do aquífero e influenciado na redução do curso dos rios.

O uso irregular do solo, associado à migração da agricultura irrigada para novas áreas é uma das razões de maior preocupação para a dinâmica hídrica da região. Mesmo que em menor número, já ocorrem ações antrópicas altamente prejudiciais à disponibilidade hídrica, como o desmatamento das nascentes, supressão vegetal de matas ciliares, e a ocupação de áreas de recarga e produção prioritárias.

BIBLIOGRAFIA

Auler (2002); Barbosa (2009); Barbosa *et al.* (2022); Bebert-Born (2016); Bebert-Born & Karmann (2002); Borges *et al.* (2016); Cazarin *et al.* (2019); Dantas (2015); Dos Santos *et al.* (2012); Dourado (2015); Fonseca *et al.* (2020); Inda & Barbosa (1978); Karmann *et al.* (2002); La Bruna *et al.* (2021); Laureano & Cruz (2002); MPBA (2013); MPBA (2018); Oliveira *et al.* (2013); Oliveira Filho & Cunha (2013); Oliveira Filho (2015); PRHVJ (2017); Pedreira e Rocha (2002); Pedrosa (2017); Penha (1994); Pereira (1998); Redação ITM (2022); Rossi & Santos (2018); Rubbioli *et al.* (2019); Sobrinho *et al.* (2012); Souza *et al.* (2021); Waltham & Fookes (2005)



Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.



Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

CONCLUSÃO

Esse livro e o projeto que lhe deu origem fazem parte de um movimento acadêmico e científico que vem desbravando o conhecimento acerca das cavernas e carste da Bahia nos últimos anos.

De forma simplificada e resumida, mas também completa, apresentamos, ao longo desse texto, um panorama sobre as Províncias Espeleológicas em rochas carbonáticas no estado da Bahia: Província Espeleológica do Supergrupo Canudos, Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo, Província Espeleológica do Grupo Bambuí, Província Espeleológica do Grupo Una, Província Espeleológica da Formação Caboclo e Província Espeleológica da Formação Caatinga.

Distribuídos por todo o estado, em diferentes condições e arranjos geológicos e ambientais, os terrenos cársticos de rochas carbonáticas oferecem inúmeras possibilidades para o desenvolvimento econômico e social das comunidades que vivem em suas cercanias. E o uso de forma sustentável desses recursos e lugares passa primeiro pelo conhecimento necessário ao entendimento da importância geológica, biológica, arqueológica e cultural das cavernas e carste.

Esperamos que esse livro seja uma luz na caminhada que desbrava os sertões e matas que guardam as cavernas baianas – algumas das quais figuram entre as de maior destaque na espeleologia brasileira e até mundial.

Os Autores.



Foto: Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P.C.B. de; PIRES, M.de M. (2019). A região cacauieira do sul do estado da Bahia, Brasil: crise e transformação. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 28 (1): 192-208. doi: 10.15446/rcdg.v28n1.67437
- ALMEIDA F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, 7: 349-364.
- AULER, A. S. 2002. *Karst areas in Brazil and the potential for major caves - an overview*. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología 36: 29-35
- AULER, A. S.; RUBBIOLI, E. & BRANDI, R. 2001. As Grandes Cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. Belo Horizonte – MG, Brasil.
- BARBOSA, E. P.; SANTOS, M. S.; ANDRADE, C. S.; RIBEIRO, D. B.; ÁVILA, F. S.; SARMENTO, F. O.; GONDIM JUNIOR, N. A. Caverna em festa: a romaria da Lapa da Mangabeira em Ituaçu – Bahia. In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. Anais... Campinas: SBE, 2022. p.096-100.
- BARBOSA, E.P. Cavernas e Religião: Considerações Sobre Algumas Romarias em Cavernas no Sertão da Bahia. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30, SBG. 09 a 12 de julho de 2009.
- BARBOSA, E.P.; NOGUEIRA, K.A.B.; NEVES, N.G.S.. Caverna, história e tradição popular no sertão baiano. In: RASTEIRO, M.A.; MARTINS, L.R.B. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 25, 1999. Vinhedo. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.47-52. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais25cbe/25cbe_047-052.pdf>.
- BARBOSA, E.P.; TRAVASSOS, L.E.P. (2008). *Caves, stories, history and popular traditions in the semi-desert (sertão) of Bahia, northeastern Brazil*. Acta Carstologica, 37(2-3), 331-338.
- BERBERT-BORN, M.; KARMANN, I. (2002). Lapa dos Brejões - Vereda Romão Gramacho, Chapada Diamantina, BA - Gigantesca caverna e vale cárstico com rico depósito de fósseis do Quaternário. In C.Schobbenhaus *et al.* (Ed.), Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. (pp.469-479). Brasília: DNPM/CPRM.
- BLINDER, D. (2005) Análise da fragmentação da Mata Atlântica na região Sul da Bahia: uma contribuição da geotecnologia para o estudo da dinâmica da paisa-

gem. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo

BORGES, S.V.F.; BALSAMO, F.; VIEIRA, M. M.; IACUMIN, P.; SRIVASTAVA, N. K.; STORTI, F.; BEZERRA, F. H. R. 2016. Calcretes pedogênicos ao longo de sistemas de falhas e acamamentos pré-existentes na Bacia de Irecê, norte da Bahia. *Sedimentary Geology*, v. 341, p. 119-133.

CAVALCANTI, L.F., LIMA M.F., MEDEIROS, R.C.S., MEGUERDITCHIAN, I. (2012) Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco. ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília/DF - Brasil.

CAZARIN, C. L.; BEZERRA, F.H.R.; BORGHI, L.; SANTOS, R.V.; FAVORETO, J.; BROD, J.A.; AULER, A.S. & SRIVASTAVA, N.K. *The conduit-seal system of hypogene karst in Neoproterozoic carbonates in northeastern Brazil*. *Marine and Petroleum Geology*. Volume 101. 2019. Pages 90-107. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.11.046>.

CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Anuário estatístico do patrimônio espeleológico Brasileiro - CANIE. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav_-_anuario_estatistico_espeleologico_2021.pdf. Acesso em: 16 de jan. 2023.

CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em 17 nov. 2022.

CESE – Coordenadoria Ecumênica de Serviço. (2019) Audiência Pública debate conflito da água na região oeste da Bahia. Salvador-BA. 31/05/2019. Disponível em: <<https://www.cese.org.br/audiencia-publica-debate-conflito-da-agua-na-regiao-oeste-da-bahia/>>. Acesso em 20/02/2023.

CRUZ, F. (2018) Correntina: as Guerras da Água chegam ao Brasil *Jornal Outras Mídias*, 13/04/2018 . Disponível em: <<https://outraspalavras.net/outrasmidias/correntina-as-guerras-da-agua-chegam-ao-brasil/>>. Acesso em: 18/02/2023.

CUNHA, T. B. Do Oculto ao Visível: Terra-Água-Trabalho e o Conglomerado Territorial do Agrohídro-negócio no Oeste da Bahia. Presidente Prudente, Tese

(Doutorado em Geografia) – Unesp, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/149818>>.

CVIJIČ, J. (1893) Das Karstphänomen. Geographische Abhandlungen, 5(3):215–319.

Da Fonseca, G.A.B.; Alger, K.; Pinto, L.P.; Araújo, M.; Cavalcanti, R. (2004) Corredores de biodiversidade: o Corredor Central da Mata Atlântica. In: Arruda MB, Sá LFSN (org.) Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Ibama, Brasília, pp 47–65

DANTAS, R.B.; ALMEIDA, L.F.S.; MORATO, L. Geocronologia do Grupo Bambuí e aspectos da geomorfologia cárstica no Parque Municipal da Lagoa Azul, São Desidério (BA). In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32, 2013. Barreiras. Anais. Campinas: SBE, 2013. p.401-406.

DANTAS, W. M. 2015. Petrografia e Geoquímica das Rochas Carbonáticas da Formação Caatinga na Região de Lages dos Negros, Centro-norte da Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 77p.

DO CARMO, M. (2023) Sobre a Eco-Fazenda da Gruta do Lapão, Santa Luzia. Informação verbal.

DOS SANTOS, E. S. M.; SILVA, R. W. S.; SAMPAIO, E. E. S. (2012) *Analysis of the risk of karst collapse in Lapão, Bahia, Brazil*, Exploration Geophysics, 43:3, 198-212, DOI: 10.1071/EG10020

DOURADO, J. A. L. (2015). Das terras do Sem Fim aos Territórios do Agrohidronegócio: conflitos por terra e água no vale do São Francisco. Presidente Prudente.

EGYDIO-SILVA, M. Sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco. 1987. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987. doi:10.11606/T.44.1987.tde-11022014-150431.

FALCÓN, Gustavo. Coronéis do cacau. Salvador: Solisluna, 2ª Ed. Revisada, 2010

FONSECA, E. R.; MODESTO, F. de Ávila .; CARNEIRO, G. C. A.; LIMA, N. F. S.; MONTE-MOR, R. C. de A. . *Conflicts over water use in the São Francisco River Basin - Case studies in the State of Bahia*. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 9, p.

e823997929, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7929. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7929>. Acesso em: 27 jan. 2023.

FORD D.; WILLIAMS P. *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons, Chichester, 2007. 578 p.

GALINDO LC, CÂMARA IG (2005) *State of the hotspots: Mata Atlântica: uma síntese*. In: *Mata Atlântica; biodiversidade, ameaças e perspectivas*. In: Galindo-Leal C, Câmara, IG (Eds) Belo Horizonte. Centro de Ciências Aplicadas e Biodiversidade, 471 pp.

GODINHO, L. P. de S. Geoespeleologia, geomorfologia e geocronologia do sistema cárstico de São Desidério, Bahia, Brasil. 2020. Tese (Doutorado em Geoquímica dos Processo Exógenos) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/T.44.2020.tde-27072020-102310. Acesso em: 2021-03-30.

GOMES, D. (2013) Nova fábrica de cimento vai gerar 2.300 empregos. *Jornal A Tarde*, Salvador-BA., 04 de abril de 2013 Disponível em: < <https://atarde.com.br/empregos/nova-fabrica-de-cimento-vai-gerar-2300-empregos-505997>>. Acesso em: 20/02/2023.

GOMES, M. (2017) Guerra da água no Oeste da Bahia. *Brasil de Fato*. *Jornal Brasil de Fato*, Correntina-BA. 18 de Dezembro de 2017. Disponível em: <<https://www.brasildefatoba.com.br/2017/12/18/guerra-da-agua-no-oeste-da-bahia>>. Acesso em: 20/02/2023.

IGLESIAS M.; UHLEIN A. 2009. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(2): 256-266.

INDA, H. A. V. & BARBOSA, J. F. -1978- Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000. SME/CPRM, Salvador/BA- Brasil.

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F.; LAMBLÉM, H.S. Mapa final de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. *Revista Brasileira de Espeleologia*, 2(1):42-56, 2012.

KARMANN, I., SILVA, M.E. & TROMPETTE, R. Litoestratigrafia do Grupo Rio Pardo, Proterozoico Médio a Superior do sudeste do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 19: 290-302. 1989.

KARMANN, I.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDES, L.F. Caverna do Poço Encantado, Chapada Diamantina (Itaetê), BA - caverna com lago subterrâneo de rara beleza e importância científica. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 491-498. Brasília. 2002.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. Espeleo-Tema, n. 13, ano IX. SBE. 1979.

KLIMCHOUK, A. *The Karst Paradigm: Changes, Trends and Perspectives*. Acta Carsologica/Karsoslovni Zbornik. 44. 289-313. 2015.

LA BRUNA, V.; BEZERRA, F. H. R.; SOUZA, V. H. P.; MAIA, R. P.; AULER, A. S.; ARAUJO, R. E. B.; CAZARIN, C. L.; RODRIGUES, M. A. F.; VIEIRA, L. C. & SOUSA, M. O. L. *High-permeability zones in folded and faulted silicified carbonate rocks – Implications for karstified carbonate reservoirs*. Marine and Petroleum Geology. Volume128. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105046>

LAUREANO, F. V. & CRUZ Jr., F. W. da. 2002. Grutas de Iraquara (Iraquara, Seabra e Palmeiras), BA - Um dos principais sítios espeleológicos do Brasil. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A. ; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. Eds.: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM/SIGEP, Brasília/DF - Brasil. 540 p.

LLADÓ, N. L. Fundamentos de hidrogeologia cárstica – Introducción a La espeologia. Editora Blume, Madrid, 1970.

MELO, L. (2019). Duelo pelo controle da água. Projeto Colabora. Publicada em 28 de abril de 2019. Disponível em: <<https://projetcocolabora.com.br/ods6/duelo-pelo-controle-da-agua-no-oeste-da-bahia/>>. Acesso em: 20/02/2023.

MISIA, KAUFMAN A.J., VEIZER J., POWIS K., AZMY K., BOGGIANI P.C., GAUCHER C., TEIXEIRA J.B.G., SANCHES A.L., IYER S.S.S. 2007. Chemostratigraphic correlation of Neoproterozoic successions in South America. Chemical Geology, 237:143-167.

MPBA – Ministério Público da Bahia. Fendas e rachaduras de Lapão são debatidas em audiência pública no MP. 26/04/2013. Disponível em: <<https://www.mpba.mp.br/noticia/27973>>. Acesso em: 20/02/2023.

MPBA – Ministério Público da Bahia. Mais de 60 empresas de extração e beneficiamento de mármore assinam acordo coletivo ambiental em Ourolândia. 04/12/2018. Disponível em: <<https://www.mpba.mp.br/noticia/44598>>. Acesso em: 20/02/2023.

MUNIZ, B.; OLIVEIRA, R. (2021) Os privilegiados com a água do Cerrado baiano. Agência Pública. 8 de dezembro de 2021. Disponível em: <<https://apublica.org/2021/12/os-privilegiados-com-a-agua-do-cerrado-baiano/>>. Acesso em: 18/02/2023.

OLIVEIRA E.P., CARVALHO M.J., NASCIMENTO R.S., ARAÚJO M.N.C., DANTAS D., BASILICI G., BUENO J.F., MCNAUGHTON N. (2005) *Evidence from detrital zircon geochronology and whole-rock Sm-Nd isotopes for off-craton provenance of clastic meta-sedimentary units of the Sergipano belt*, NE Brazil. X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Curitiba, Boletim de Resumos Expandidos 308–311.

OLIVEIRA E.P., WINDLEY B.F., ARAÚJO M.N.C. (2010) *The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt*, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research* 181: 64–84.

OLIVEIRA E.P., WINDLEY B.F., MCNAUGHTON N.J., BUENO J.F., NASCIMENTO R.S., CARVALHO M.J., ARAÚJO M.N.C. 2017. *The Sergipano Belt*. In: Heilbron M., Cordani U.G., Alkmim F.F. (Eds.), *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Cham, Springer International Publishing, p. 241-254.

OLIVEIRA FILHO, I. B. de. Carta geotécnica de aptidão à urbanização em ambiente cárstico - Lapão – BA. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

OLIVEIRA FILHO, I.B. DE; CUNHA, F. (2013) Relatório Visita Técnica ao Município de Lapão-BA (Aspectos Gerais e Setorização das Áreas de Riscos). CPRM, Salvador-BA.

OLIVEIRA, C.E.S.de; BRITO, A.A.; OLIVEIRA, R.G.; SANTIAGO, R.C. (2013) Levantamento Geofísico de Eletroresistividade para Investigação do Substrato Calcário de Áreas Colapsadas e de Novas Áreas para Expansão Urbana da Cidade de Lapão-BA. CPRM, SALVADOR-BA.

PEDREIRA, A. J. 1999. Evolução sedimentar e tectônica da Bacia metassedimentar do Rio Pardo: uma síntese. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(3):339-344.

PEDREIRA, A. J.; ROCHA, A. J. D. 2002. Serra do Tombador, Chapada Diamantina, BA - Registro de um deserto proterozóico. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert - Born, M. L. C. (Edits.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). v. 01: 181 - 186.

PEDROSA, V.DE A. (2017). Solução de conflitos pelo uso da água -Serra, ES: 2017. 109 p. ISBN 978-85-67907-14-7

PEDROSA, S. A. Discriminação Espectral de Variações Faciológicas de Carbonatos por Meio de Espectrorradiometria e Imagens Aster na Região da Serra do Ramalho -Ba. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, Distrito Federal, 2010. 117 p.

PENHA, M. E. P. O Calcário Caatinga de Ourlândia, Bahia: Feições Diagnósticas, Gênese e Evolução de um Perfil Calcrete. Dissertação de Mestrado. CPGG – IGeo/UFBa, Salvador/BA – Brasi. 1994.

PEREIRA, R. G. F. D. A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, S. M. D.; FEITOSA, G. D. D. S. Geoparque São Desidério, BA: proposta. Relatório. Salvador, BA, 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20724>, acessado em 28 de maio de 2022.

PEREIRA, R.G.F.A. Caracterização Geomorfológica e Geoespeleológica do Carste da Bacia do Rio Una, Borda Leste da Chapada Diamantina (Município de Itaetê, Estado da Bahia). Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências USP. São Paulo. 1998.

PORTAL PARIPIRANGUENSE (2018). Representantes da futura fábrica de cimento participam de reunião na prefeitura de Paripiranga 08/03/2018. Disponível em: <<https://paripiranguense.com/noticia/1124/representantes-da-futura-fabrica-de-cimento-participam-de-reuniao-na-prefeitura-de-paripiranga>>. Acesso em: 18/02/2023.

PRHVJ -Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Verde e Jacaré. (2017). Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água das Bacias Hidrográficas dos Rios Verde e Jacaré: Programa de Investimentos do PRHVJ. Salvador.

Rossi, R.A.; Santos, E. (2018). Conflito e Regulação das Águas no Brasil –a experiência do Salitre. Caderno CRH, v. 31, n. 82, p. 151-167, 2018. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ccrh/v31n82/0103-4979-ccrh-31-82-0151.pdf>.

RUBBIOLI, E.; AULER, A.; MENIN, D. & BRANDI, R. -2019- Cavernas—Atlas do Brasil Subterrâneo. ICMBio/CECAV. Brasil.

SANDI, B.S.; SOUZA SILVA, M.; FERREIRA, R.L. *Composition and richness of the cave invertebrate fauna of the Rio Pardo Province*. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.822-826.

SANTANA, M. S.; SILVA, F. A.; SILVA, C. E.. Bases para o desenvolvimento do espeleoturismo no município de Paripiranga, Bahia, Brasil. *Revista Nordestina de Ecoturismo, Aracaju*, v.2, n.2, p.35-57, 2009.

SANTANA, M. S.; SILVA, F. A.; SILVA, C. E.. Inventário das paisagens cársticas do município de Paripiranga, Bahia. *Revista Nordestina de Ecoturismo, Aracaju*, v.2, n.1, p.50, 2009.

SANTOS, E. Operação Tatus II. Página da Gruta do Padre, Santana. Sem data. Disponível em: < <https://gruta-do-padre.webnode.page/operacao-tatus-ii/>>. Acesso em: 20/02/2023.

SIAL A.N., GAUCHER C., SILVA FILHO M.A., FERREIRA V.P., PIMENTEL M.M., LACERDA L.D., SILVA FILHO E.V., CEZARIO W. 2010. C-, Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. In: Karhu J., Sial A.N., Ferreira V.P., Eds, Precambrian Isotope Stratigraphy, special issue, *Precambrian Research* 182: 351–372.

SIAL, A. N., GAUCHER, C., MISI, A., BOGGIANI, P. C., ALVARENGA, C. J. S. D., FERREIRA, V. P. & CEZARIO, W. D. S. (2016). *Correlations of some Neoproterozoic carbonate-dominated successions in South America based on high-resolution chemostratigraphy*. *Brazilian Journal of Geology*, 46, 439-488.

SILVA, K.B.; BARBOSA, E.P.; MATTOS, J.B.; CRUZ, L.A.; MARQUES, E.L.S.; REGO, N.C.; BARBOSA, J.W.. Caracterização climática da Gruta do Lapão, Santa Luzia – BA e suas contribuições para estudos espeleológicos. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. Anais... Campinas: SBE, 2015. p.173-180. Disponível em: . Acesso em: data do acesso.

SILVA, M.S., MARTINS, R.P & FERREIRA, R.L. *Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest*. *Biodivers Conserv* 20, 1713–1729 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0057-5>

SOBRINHO, J. N.; SANTOS, V. B. M.; JESUS, F. C. C.; SILVA, A. X. (2012). Utilização de água subterrânea do aquífero carstíco do município de Lapão/Bahia: Análise realizada através dos dados do cadastro de usuários de recursos hídricos do estado da Bahia. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços.

SOUZA, V.H.P, BEZERRA, F.H.R., VIEIRA, L.C., CAZARIN, C.L., BROD, J.A., 2021. *Hydrothermal silicification confined to stratigraphic layers: implications for carbonate reservoirs*. Mar. Petrol. Geol. 124, 104818. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104818>.

SOUZA-SILVA M, MARTINS R P, FERREIRA R L (2011) *Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest*. Biodiversity and Conservation 8 (20):1713-1729.

SOUZA-SILVA M, MARTINS RP, FERREIRA RL (2015) *Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest*, Environmental Management. 55: 279–295.

TRAJANO, E. (2000), *Cave Faunas in the Atlantic Tropical Rain Forest: Composition, Ecology, and Conservation*. Biotropica, 32: 882-893. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00626.x>

TRAVASSOS, L. E. P.; MAGALHÃES, E. D. & BARBOSA, E. P. -2011- *Cavernas, Rituais e Religião*. Ilhéus/BA - Brasil: Editus, 2011.

TRAVASSOS, L.E.P.; GUIMARÃES, R.L.; BATELLA, W.B.; MORAIS, M. A Utilização de Cavernas Como Lugar de Devoção e Práticas Ritualísticas. Revista OLAM—Ciência & Tecnologia, v.9, n.1, p. 270-288. 2009.

UHLEIN A., CAXITO F. A., SANGLARD J. C. D., UHLEIN G., SUCKAU G.L. 2011. Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozóicas da porção norte do Craton do São Francisco. Geonomos, 19(2): 8-31.

WALTHAM, A.C.; FOOKES, P.G. *Engineering classification of karst ground conditions*. Spel.Evol.Karst Aquifers. 3(1), 20p. 2005.

