



# CAMINHOS DA ÁGUA

DESCOBRINDO A GEODIVERSIDADE DO  
PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BODOQUENA - MS



# CAMINHOS DA ÁGUA

DESCOBRINDO A GEODIVERSIDADE DO PARQUE  
NACIONAL DA SERRA DA BODOQUENA - MS



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

Presidente  
**LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA**

Ministra  
**MARINA SILVA**

Secretário-Executivo  
**JOÃO PAULO CAPOBIANCO**

Secretaria Nacional de Biodiversidade, Florestas e Direitos Animais  
**RITA DA CÁSSIA GUIMARÃES MESQUITA**

**INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

Presidente  
**MAURO PIRES**

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade  
**MARCELO MARCELINO DE OLIVEIRA**

Coordenador do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas  
**JOCY BRANDÃO CRUZ**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
DIRETORIA DE PESQUISA, AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS

# CAMINHOS DA ÁGUA

DESCOBRINDO A GEODIVERSIDADE DO PARQUE  
NACIONAL DA SERRA DA BODOQUENA - MS

## AUTORES

Mauro Gomes  
Darcy José dos Santos  
Luiz Eduardo Panisset Travassos  
Úrsula de Azevedo Ruchkys



Brasília, 2025

©ICMBio 2025.  
©dos autores 2025.

## TÍTULO

Caminhos da Água- Descobrindo a Geodiversidade do Parque Nacional da Serra da Bodoquena - MS

## AUTORES

Mauro Gomes  
Darcy José dos Santos  
Luiz Eduardo Panisset Travassos  
Úrsula de Azevedo Ruchkys

## EDITORAÇÃO

Javiera de la Fuente C. (Editora IABS)  
Javiera de la Fuente C. (Editora IABS)

## ILUSTRAÇÕES E FOTOS

Equipe do projeto

## REVISÃO TEXTUAL

Lorene Lima

Caminhos da água [livro eletrônico] : descobrindo a geodiversidade do Parque Nacional da Serra da Bodoquena - MS / Mauro Gomes...[et al.] ; organização Darcy José dos Santos. -- Brasília, DF : Instituto Chico Mendes - ICMBio, 2025.

PDF

Outros autores: Darcy José dos Santos, Luiz Eduardo Panisset Travassos, Úrsula de Azevedo Ruchkys.

ISBN 978-65-5693-117-3

1. Cavernas - Ecologia 2. Espeleologia 3. Educação ambiental 4. Geodiversidade - Brasil 5. Meio ambiente - Conservação e Proteção I. Gomes, Mauro. II. Santos, Darcy José dos. III. Travassos, Luiz Eduardo Panisset. IV. Ruchkys, Úrsula de Azevedo. V. Santos, Darcy José dos.

25-249827

CDD-551.4470981

## Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Espeleologia 551.4470981  
Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

A reprodução total ou parcial desta obra é permitida desde que citada a fonte.

## 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  
<http://www.icmbio.gov.br/CECAV>

Termo de compromisso

Coordenação Executiva

Gestão Operacional



O projeto “Valores e usos da Geodiversidade em parques nacionais considerando sua contribuição na conservação e valorização do patrimônio espeleológico” foi contemplado por meio do TCCE ICMBio/Ferro Puro nº. 1/2020. O termo de compromisso de compensação espeleológica foi firmado entre a Mineração Ferro Puro e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

O nosso planeta tem cerca de 4,6 bilhões de anos.  
Seus momentos importantes estão impressos na paisagem, nas rochas, nos minerais, nos vales, nas montanhas, nas cavernas.

O Parque Nacional da Serra da Bodoquena contém algumas páginas dessa incrível história e, se tivermos um olhar atento, conseguiremos conhecê-la.

Elaboramos alguns capítulos que podem te ajudar a embarcar nessa viagem.

Coordenação



Parceiro executor

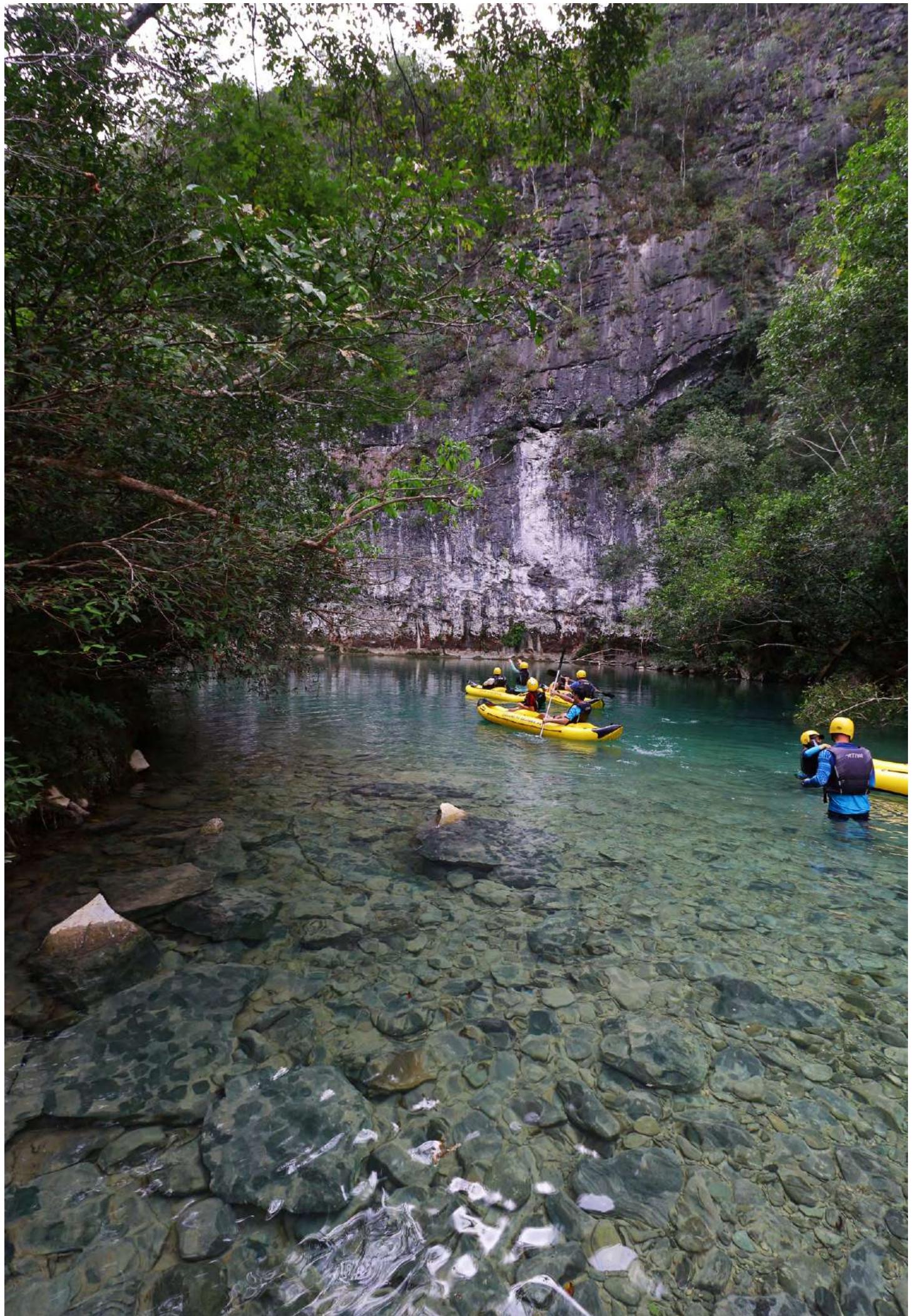


Apoio



Gestão Operacional





# SUMÁRIO

Parque Nacional da Serra da Bodoquena.....	8
Mas, o que é Geodiversidade? .....	10
Conhecendo o Carste.....	16
Visitando o Afloramento Dente de Cão .....	18
Exocarste .....	20
Lapiás .....	20
Visitando a Região do Rio Perdido.....	24
Visitando o Cânion do Rio Salobra.....	30
Visitando o Pavimento Cártico Harmonia .....	34
Feições exocársticas do Pavimento Cártico Harmonia.....	36
Feições endocársticas do Pavimento Cártico Harmonia.....	38
Visitando a Toca da Onça .....	41
Feições endocársticas na Toca da Onça.....	42
Visitando o Rio Taquaral .....	46
Visitando os Cones Cárticos.....	51
Serviços Ecossistêmicos .....	52
Agradecimentos .....	56
Figuras .....	57
Para saber mais .....	59

# Parque Nacional da SERRA DA BODOQUENA



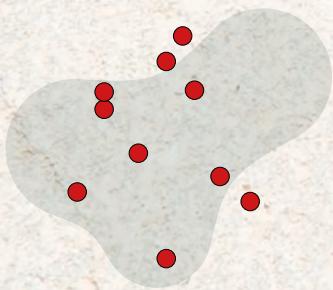
O Parque Nacional da Serra da Bodoquena (PNSB) foi criado com o objetivo de preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. Também é papel do parque possibilitar a realização de pesquisas científicas e desenvolver atividades de educação e interpretação ambiental. Além de tudo isso, a unidade de conservação proporciona o desenvolvimento de atividades recreativas em contato com a natureza e de turismo ecológico.

O parque está situado na região sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul, na faixa de fronteira entre Brasil e Paraguai. Abrange parte dos municípios de Bodoquena, Bonito, Porto Murtinho e Jardim e possui área de 76.481 ha.

A Serra da Bodoquena, constituída essencialmente por rochas carbonáticas, apresenta forma alongada, na direção norte-sul, com 200 km de comprimento e largura entre 10 e 70 km. Neste maciço rochoso, as porções com cobertura de solo sustentam uma densa floresta ainda preservada e atualmente protegida pelo PNSB.

Os limites do parque estão inseridos em dois importantes sistemas internacionais de conservação ambiental, as Reservas da Biosfera do Pantanal e da Mata Atlântica. A relevância geológica da região onde se encontra o Parna é tamanha que também lhe valeu a indicação à categoria de Geoparque da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco).

A área de entorno de uma unidade de conservação é a região onde as atividades humanas devem ser realizadas seguindo determinadas restrições, com o objetivo de evitar ou minimizar impactos negativos em seu interior. No parque esta área possui cerca de 280.000 ha e nela ocorrem atividades relacionadas à agricultura, pecuária e ao ecoturismo.

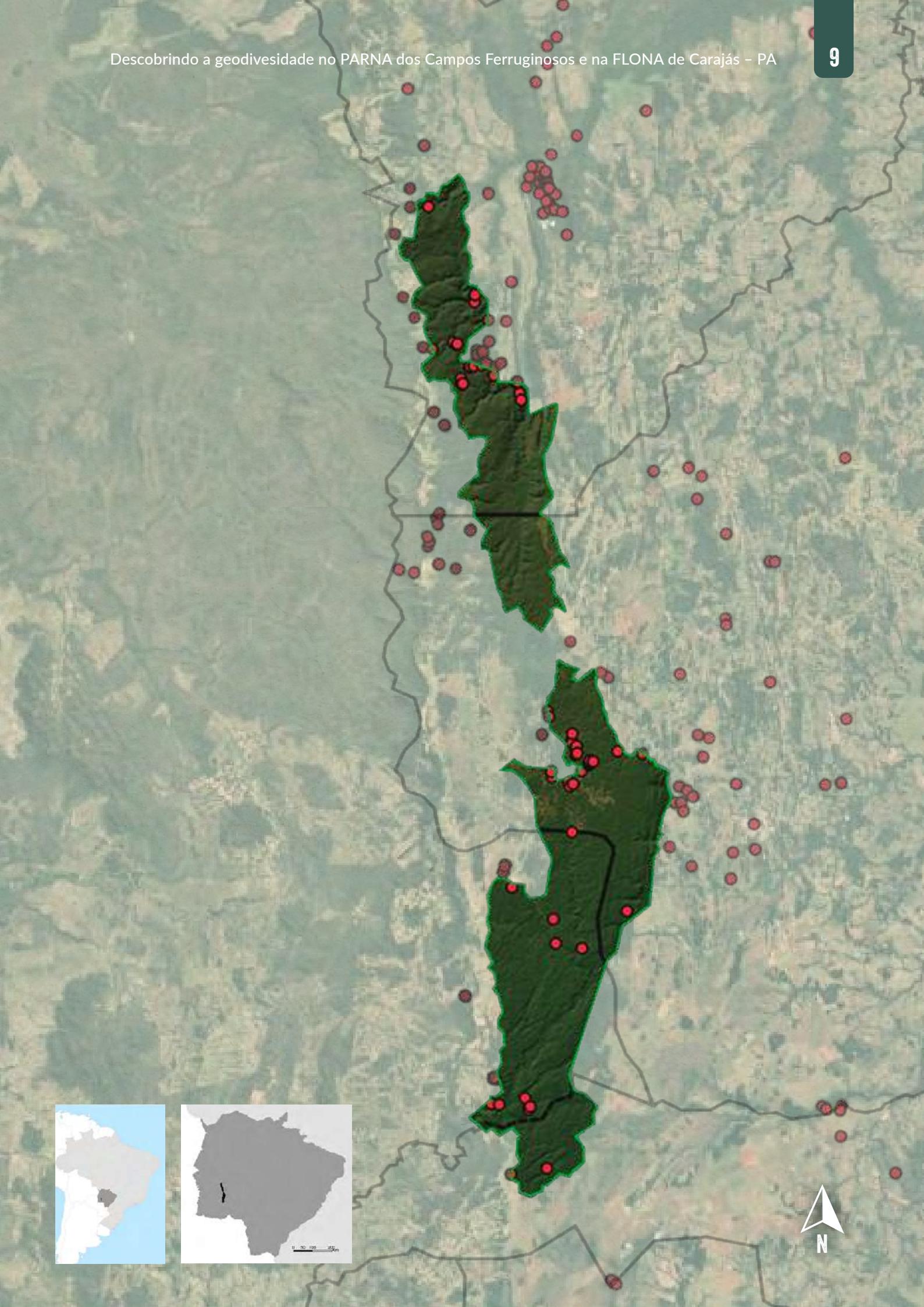


Até o momento, o patrimônio espeleológico conhecido no interior do parque é composto por 61 cavernas e feições a elas associadas. Entretanto, o potencial de ocorrência de cavernas da região é muito grande e buscas sistemáticas podem revelar um número significativo de cavidades. Já na área de entorno da unidade, encontram-se 149 cavernas conhecidas, sendo muitas delas de relevância mundial.

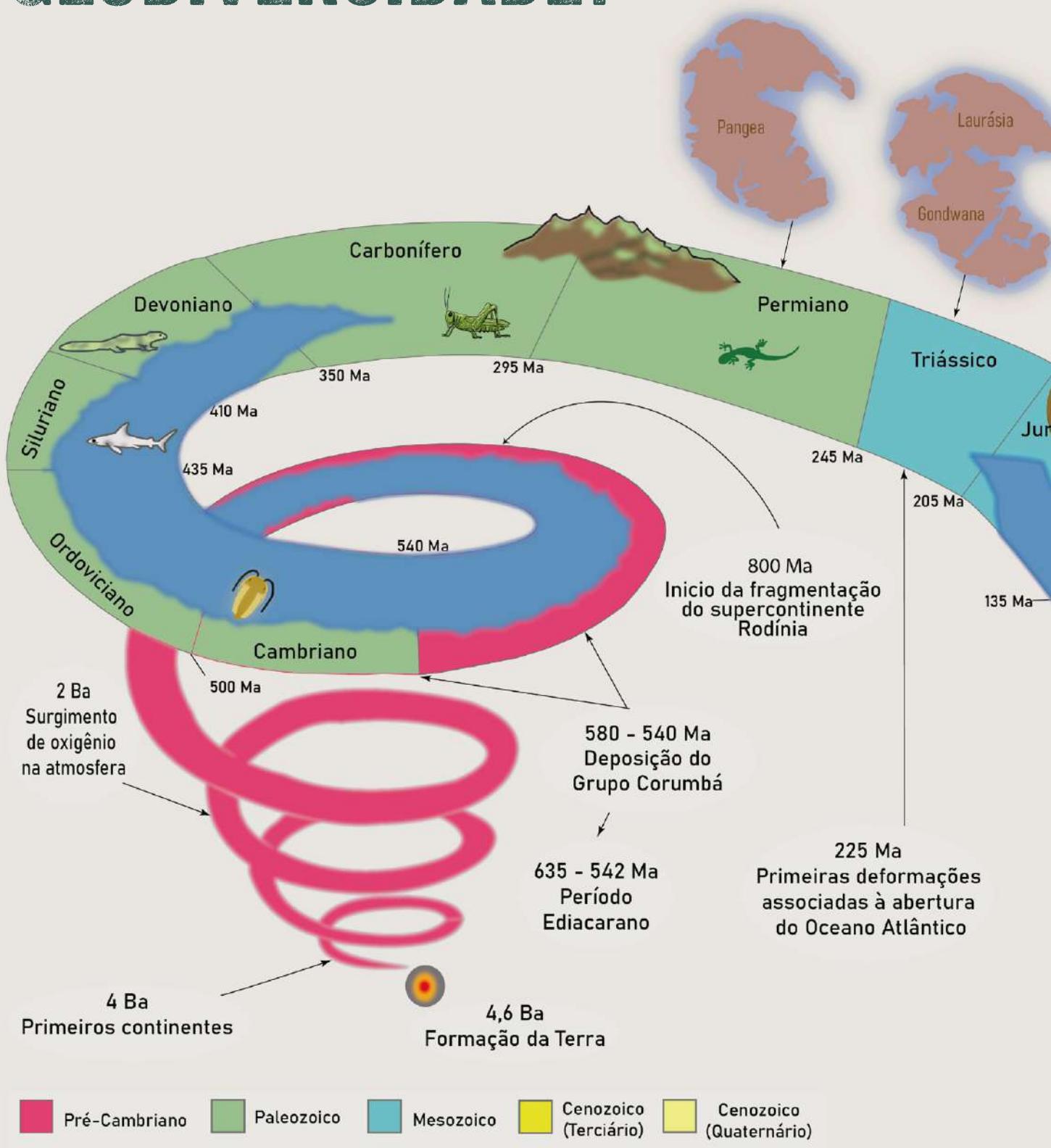
Além do patrimônio espeleológico, a geodiversidade do parque também é representada por diversos outros elementos abióticos, que serão apresentados a seguir. A geodiversidade, assim como a biodiversidade, faz parte dos aspectos naturais do ambiente e muitas vezes tem fortes valores culturais associados.



0 20 100 200 Km



# Mas, o que é GEODIVERSIDADE?



Pré-Cambriano

Paleozoico

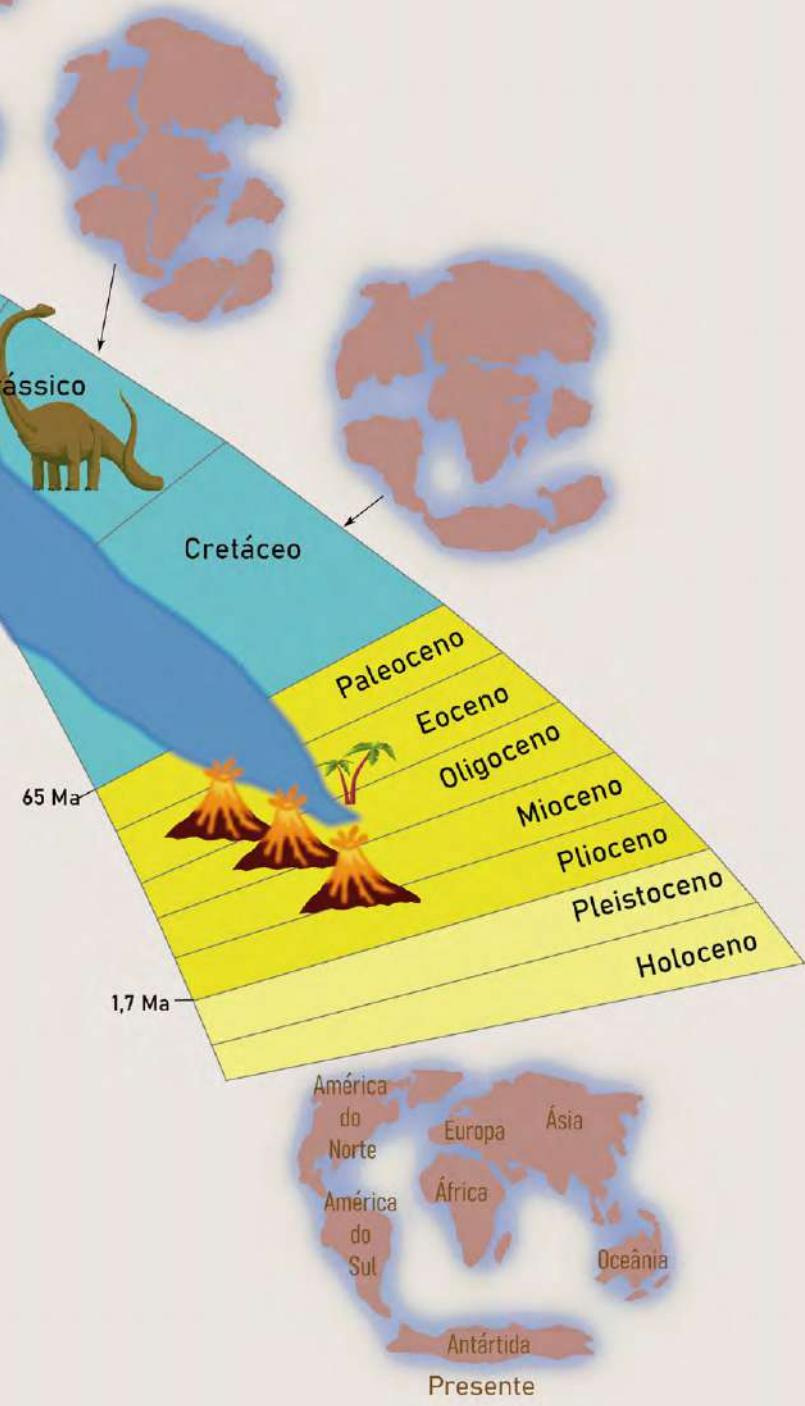
Mesozoico

Cenozoico (Terciário)

Cenozoico (Quaternário)

Ba - Bilhões de anos antes do presente

Ma - Milhões de anos antes do presente



**A ciência atribui à Terra uma idade aproximada de 4,6 bilhões de anos. Mas nosso planeta não foi sempre como conhecemos hoje. Durante sua evolução, a Terra está em constante mudança.**

A crosta do planeta está segmentada em placas tectônicas. Essas placas podem ser constituídas por crosta oceânica, continental ou por parte oceânica e continental que se movimentam, emergem, submergem, afastando-se ou se aproximando, por vezes colidindo umas com as outras.

Continentes são formados e transformados, oceanos são abertos e modificados. Montanhas se elevam, rios esculpem vales, vulcões se tornam ativos.

Neste processo, os minerais e rochas são formados, transformados, novamente fundidos, outros surgem, em escala de tempo dificilmente observáveis pelo olhar humano.

Essa longa e contínua transformação deixa marcas que nos permitem decifrar a história evolutiva de nosso planeta, como se fosse um livro de história.

Toda a diversidade natural destes elementos abióticos, sejam feições e processos, compõe a geodiversidade.

A geodiversidade e a biodiversidade, elementos essenciais do ambiente natural, estão intrinsecamente conectadas. Portanto, podemos afirmar que a conservação bem-sucedida da natureza requer uma abordagem abrangente que integre a geoconservação e a bioconservação.

# O que a geodiversidade do Parque Nacional da Serra da Bodoquena tem a nos contar sobre a história da Terra?

Para responder essa questão, primeiro precisamos conhecer um pouco mais sobre o passado da Terra.

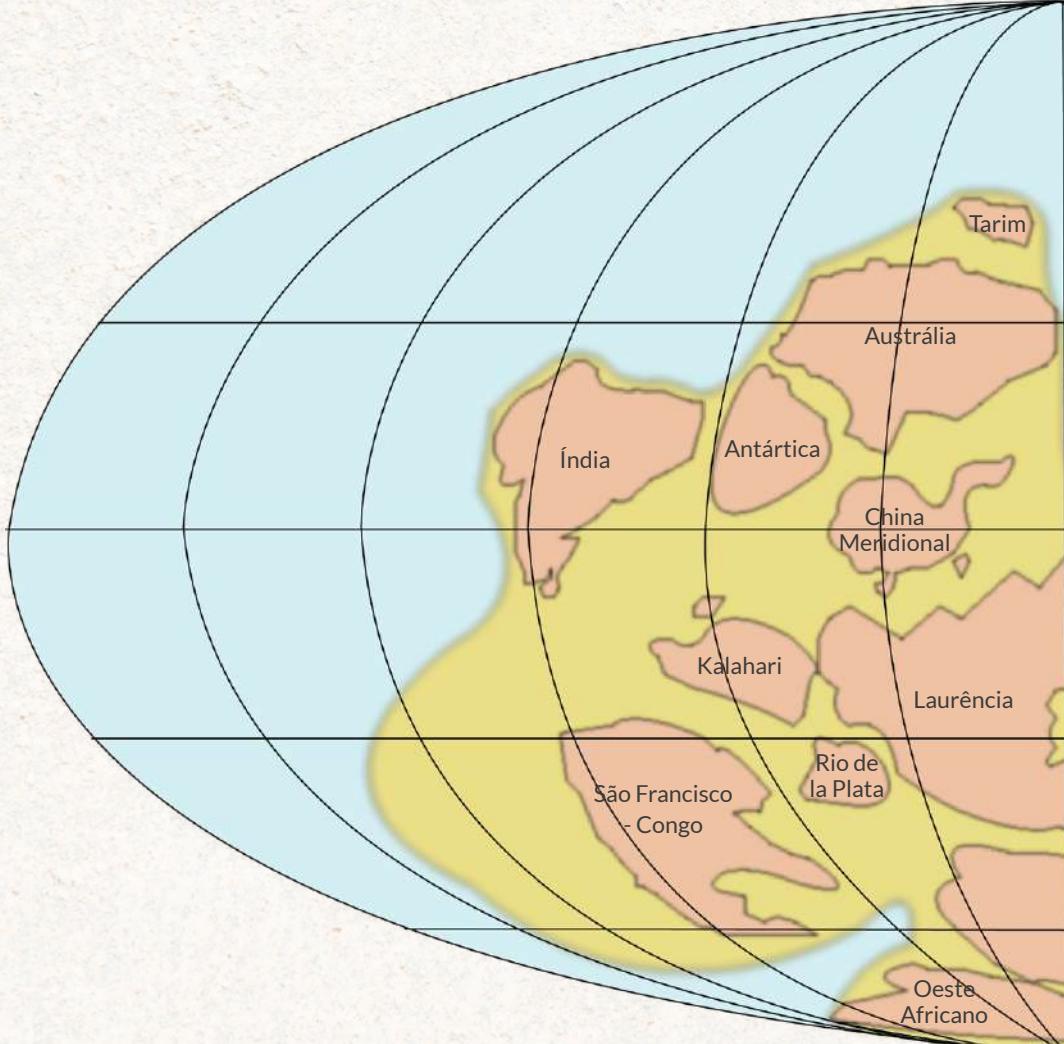
No início da história da Terra, nosso planeta era como uma bola incandescente. Com o passar do tempo geológico, foi se resfriando e consolidando. O magma ou lava da superfície foi se transformando em rochas.

Submetidas à forte pressão e temperaturas extremas durante milhares de anos, essas rochas foram se aglutinando, tornando-se maiores,

mais espessas, sólidas e estáveis dando origem aos continentes.

Devido a forças internas do planeta, os continentes lentamente se movem em um processo chamado Deriva Continental.

A Geologia acredita que, em alguns períodos da história da Terra, esse movimento levou à colisão e reunião dos continentes, formando supercontinentes únicos e depois eles novamente se afastaram. Esse ciclo durou cerca de 500 milhões de anos.



De acordo com essa teoria, há 1,1 bilhão de anos, a aglutinação dos continentes levou à formação de um supercontinente, que recebeu o nome de Rodínia.

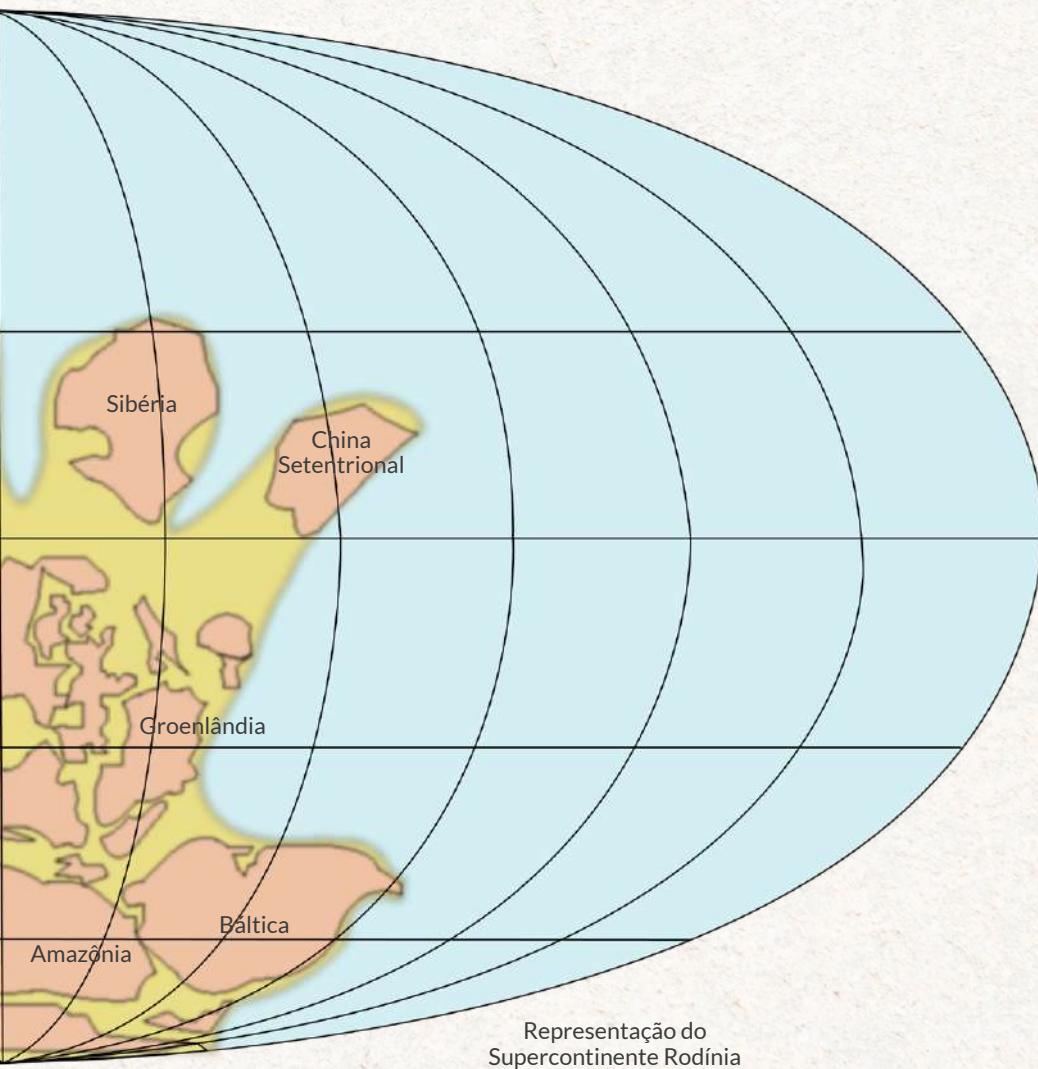
Há 800 milhões de anos, esse supercontinente começou a se fragmentar, levando à formação de uma bacia sedimentar.

Bacia pode ser definida como uma área que apresenta depressões de relevo (áreas rebaixadas) causadas por processos atuais ou pretéritos de subsidência (afundamento) da crosta terrestre. Posteriormente, ela foi preenchida por sedimentos, por isso Bacia Sedimentar.

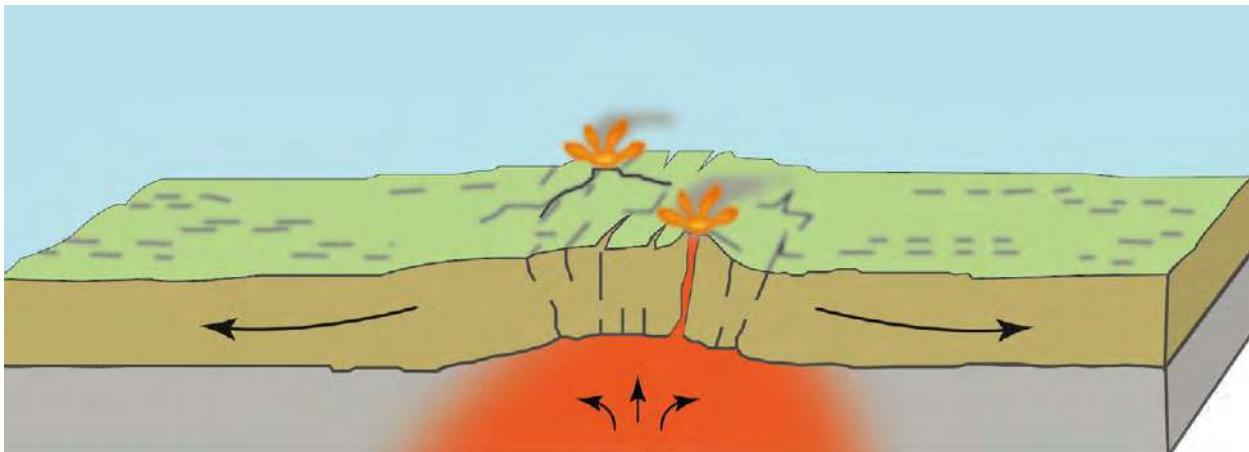
Para a formação da bacia, forças atuantes em sentidos opostos levaram à ruptura da crosta em um processo chamado rifte continental.

A deposição dos sedimentos que deram origem às rochas da região ocorreu principalmente em um período geológico chamado Ediacarano. Características importantes da evolução da vida no planeta ocorridas naquele período estão sendo estudadas na Serra da Bodoquena, graças aos registros paleontológicos preservados em suas rochas. Como exemplo, podemos citar a origem de formas de vida multicelulares, início da biomíneralização (formas de vida com partes duras).

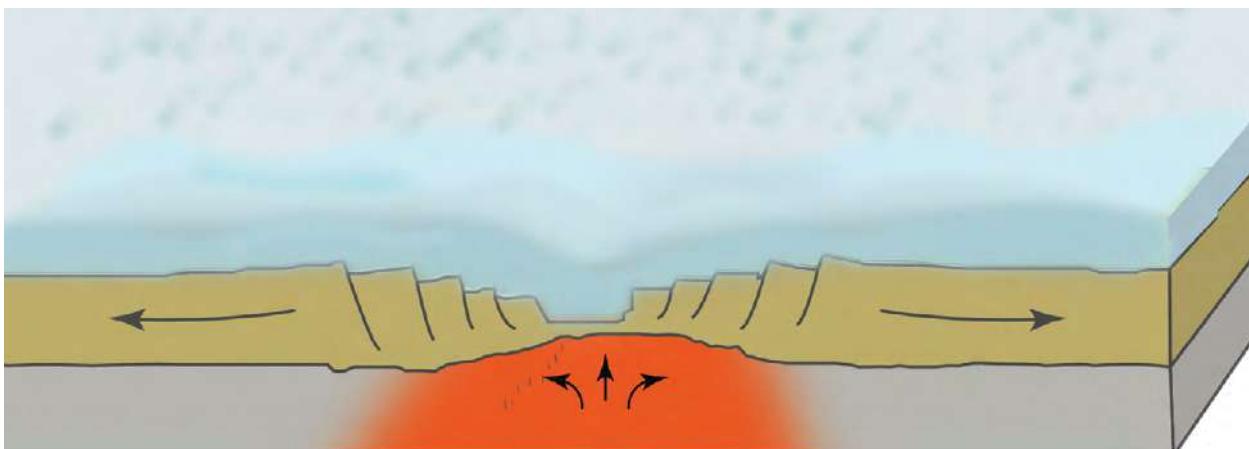
Algumas formas de vida originadas a partir do Ediacarano foram responsáveis pela formação de rochas biosedimentares (sedimentadas por meio da ação de seres vivos). Estas foram formadas por atividade microbiana em ambiente marinho e são chamados de estromatólitos.



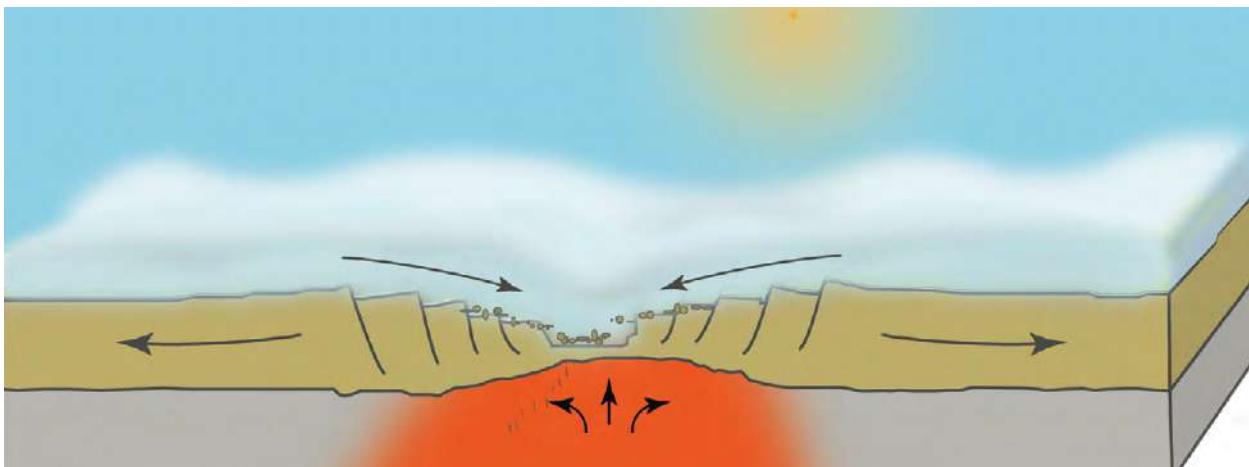
Rifte I - Calor vindo do manto da Terra começou a soerguer a crosta, causando falhas na superfície do supercontinente Rodínia.



Rifte II – Com a extensão da crosta, as falhas cresceram, dando origem a vales. Há cerca de 650 milhões de anos, a terra passou por um período de glaciação. Isso quer dizer que todo o planeta ficou coberto por gelo. Por isso, a geologia se refere a esse período com “Terra Bola de Neve”.



Durante o derretimento, o gelo arrastou sedimentos para o fundo da bacia. Estes sedimentos continham muitos clastos (pedaços maiores). O fim dessa era glacial marcou o início de período geológico chamado Ediacarano.

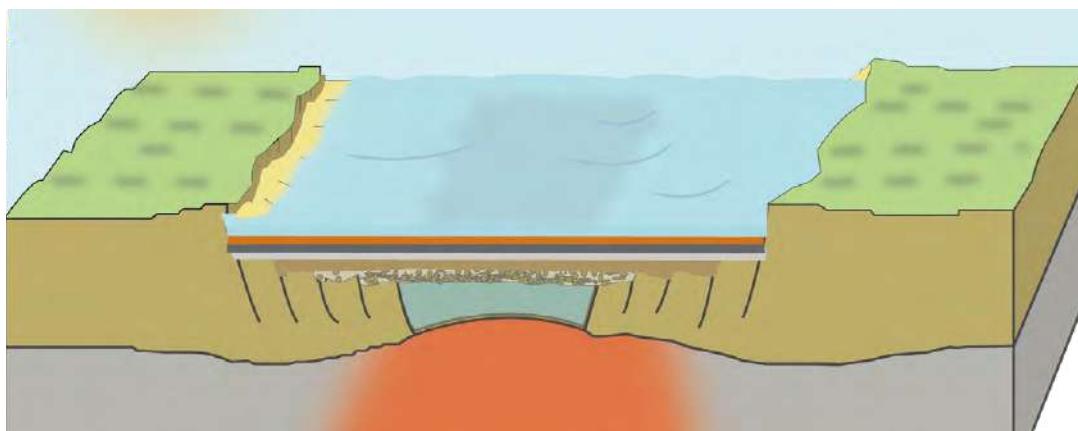


Pós-rifte – Com a ruptura da crosta, a água salgada dos oceanos entrou nos continentes dando origem a lagos salinos.

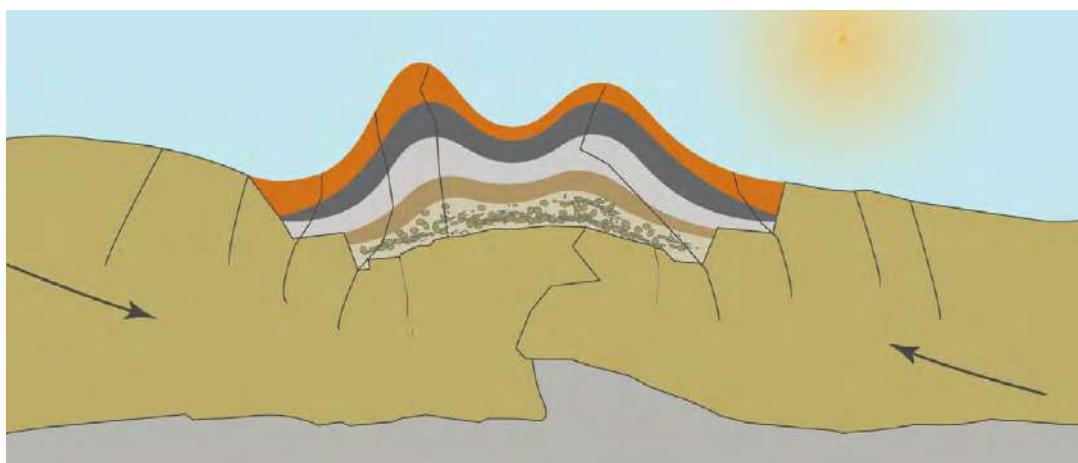
Diversos tipos de sedimentos foram depositados nesse ambiente (aproximadamente de 580 milhões de anos até 540 milhões de anos antes do presente).

Com o passar do tempo geológico, esses sedimentos foram compactados e expostos a grandes variações de temperatura, tornando-se rochas. O conjunto dessas diferentes formações rochosas encontradas no Parque Nacional da Serra da Bodoquena é denominado Grupo Corumbá.

Ele é composto, da base para o topo (do mais antigo ao mais recente), pelas formações Puga (relacionada à glaciação), Cerradinho, Bocaina, Tamengo, Guaicurus e Bodoquena.



Há aproximadamente 530 milhões de anos, outra transformação teve início. A movimentação da crosta terrestre levou ao fechamento da bacia sedimentar. Nesse movimento das placas tectônicas, as rochas depositadas foram dobradas, formando uma cadeia montanhosa na região.



Essas montanhas ficaram expostas ao intemperismo (ação dos agentes climáticos, como chuva, sol, vento...) por milhares de anos e, em consequência, sua maior parte foi erodida. Uma parcela residual desse processo é conhecida atualmente como Serra da Bodoquena. O parque está inserido nesse compartimento geomorfológico. Em seu interior predominam as rochas da Formação Tamengo, constituídas principalmente por calcários.

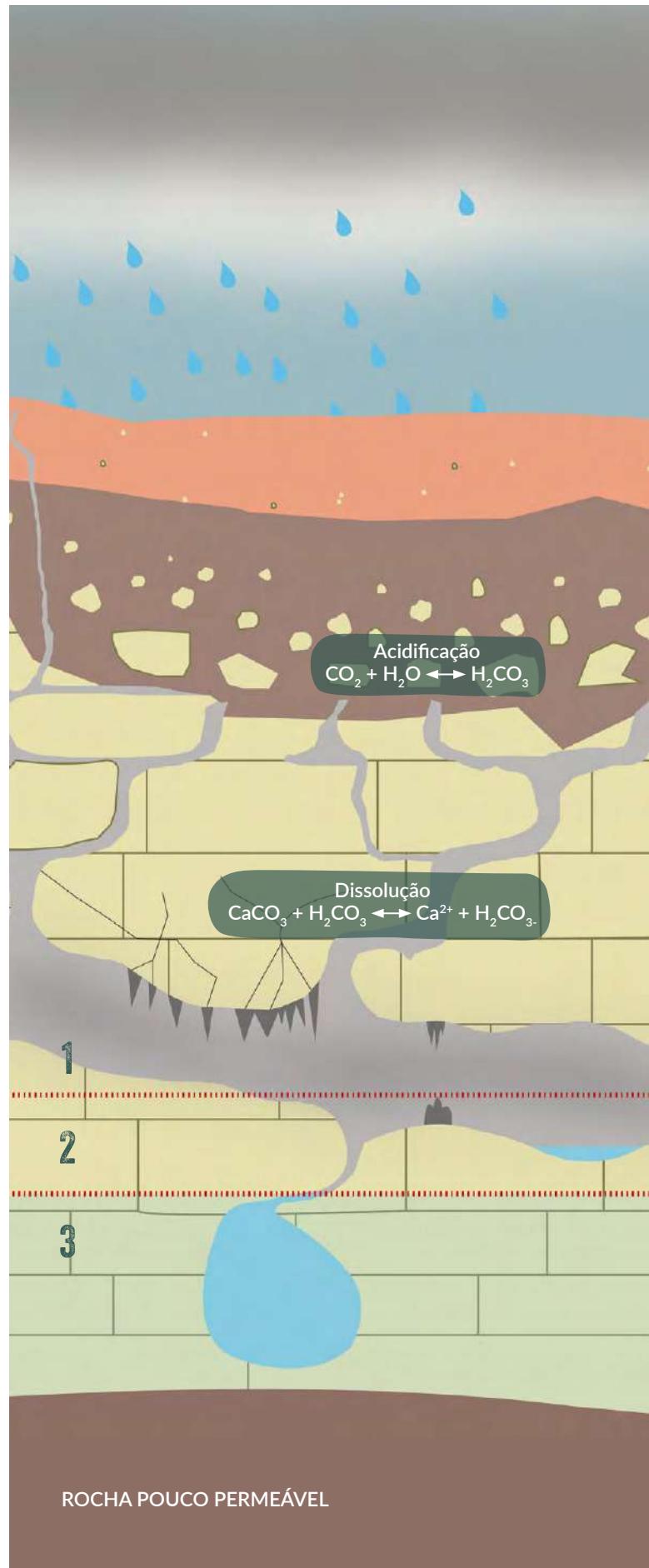
# Conhecendo o CARSTE

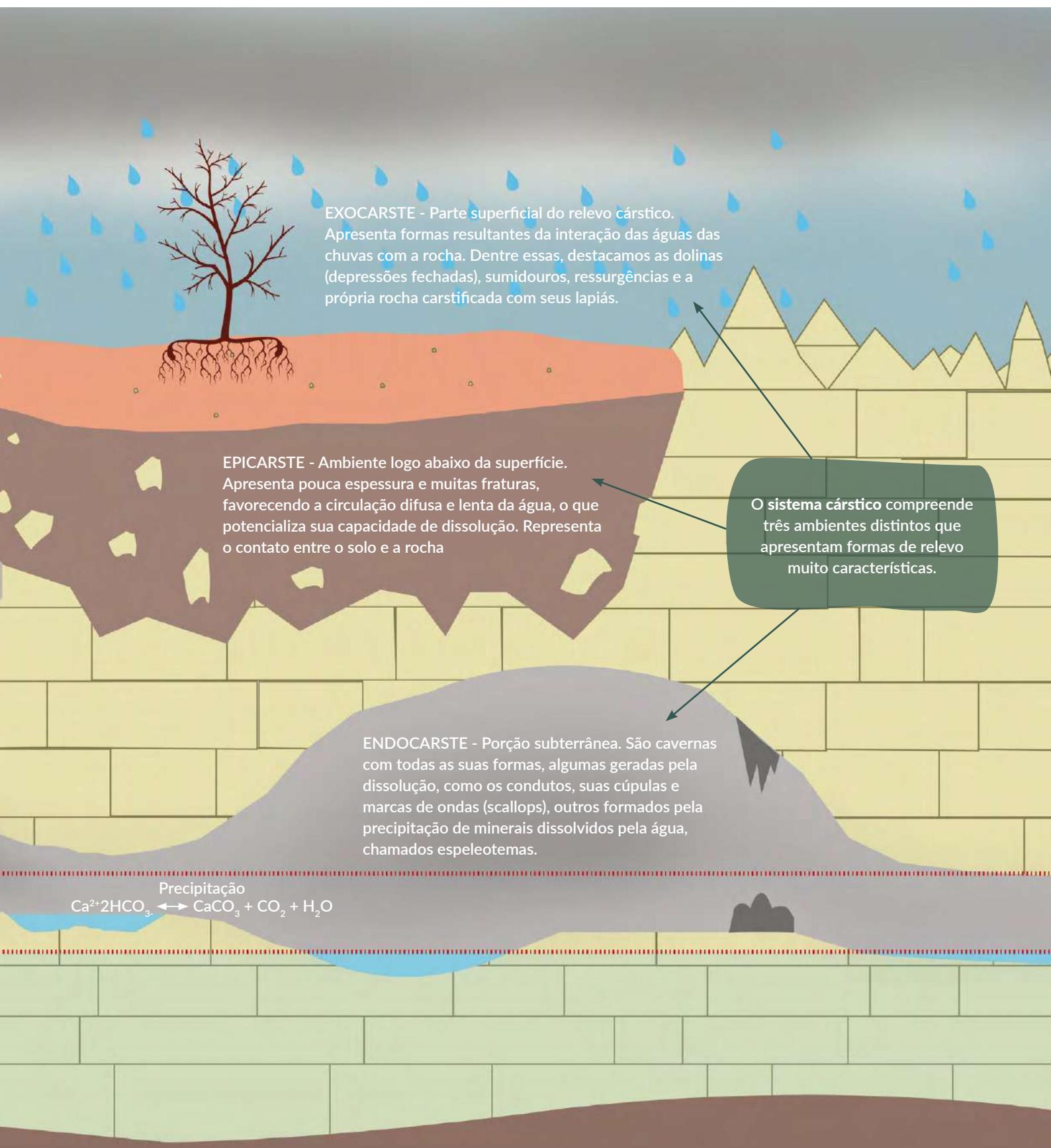
A partir do momento em que os ambientes com rochas calcárias se tornaram emersos, eles ficaram expostos às intempéries, como o sol e a chuva, passando por transformações chamadas de **carstificação**. Dizemos que uma região é uma área cárstica quando ela apresenta formas e processos resultantes, principalmente, da dissolução da rocha pela água.

A principal fonte de água para a carstificação dos calcários do Grupo Corumbá foi a chuva (água meteórica). Esse tipo de carste formado pela circulação de águas pluviais recebe o nome de carste epigênico. A água da chuva ao receber componentes presentes no ar e, especialmente, no solo torna-se ácida favorecendo a dissolução da rocha tanto na superfície quanto no subterrâneo.

Em relação à água, o carste subterrâneo pode apresentar três zonas:

1. **Zona vadosa** - onde os condutos são predominantemente secos. Porém, pode haver a presença de água na forma de gotejamentos ou poças.
2. **Zona epifreática** - onde o nível d'água oscila em consequência de períodos mais chuvosos ou secos.
3. **Zona freática** - mais profunda, situa-se abaixo do lençol freático e permanece preenchida por água.





# Visitando o AFLORAMENTO DENTE DE CÃO



No topo do morro do Boi, a 450 metros de altitude e em meio à vegetação exuberante que adorna o cânion do rio Salobra, um maciço rochoso se destaca no alto da morraria.

Lâminas calcárias, afiadas pela água e pela passagem do tempo sugerem formas parecidas com dentes caninos. Lá do alto, é possível observar

feições cársticas superficiais, como uma grande variedade de lapiás, e o entalhamento realizado na paisagem pelo rio Salobra.

O afloramento também se destaca por ser uma importante área de recarga hídrica. As inúmeras aberturas na rocha favorecem a passagem da água que alimenta o aquífero cárstico.



# EXOCARSTE

A rocha carbonática exposta à ação dos agentes climáticos passou por processos químicos que levaram à sua dissolução. Esse fator, modelador do relevo, levou a formação de feições exocársticas, ou seja, na superfície.

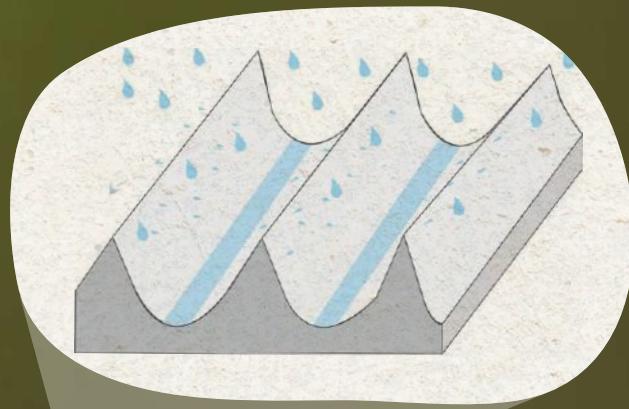
## LAPIÁS

Também chamados de *karren*, são feições de dissolução esculpidas na rocha carbonática. Apresentam uma grande variedade de tipos.

No afloramento, o mais comum são os **lapiás em caneluras (*rillenkarren*)**.

São caneluras centimétricas na rocha em forma de U com as bordas afiadas, desenvolvidas de forma paralela.

A água da chuva, ao incidir sobre a rocha, em locais com a superfície inclinada ou vertical, gera pequenos fluxos de dissolução.





## Crateras pluviais (craterkarren ou rainpits)

Normalmente se desenvolvem em áreas mais planas, nos divisores de água dos afloramentos. São bacias centimétricas com bordas afiadas formadas pelo impacto das gotas de chuva sobre a rocha.





## Marmitas (kamenitza ou bacias de dissolução)

São pequenas depressões arredondadas com o fundo plano e liso. Em rochas carbonáticas, sua gênese é atribuída ao nivelamento por dissolução, devido ao escoamento superficial em períodos de chuva.



A água retida nos períodos de chuva, juntamente com material orgânico acumulado, favorecem o desenvolvimento de algas. Isso ajuda a manter a umidade no interior da marmita por mais tempo, contribuindo para o seu crescimento.

Durante os períodos de chuva, pequenas depressões na superfície ficam cheias de água. A água acumulada dissolve a rocha, ampliando essas depressões.

Parte do material dissolvido, juntamente com impurezas insolúveis retidas, desacelera a dissolução no fundo da depressão.

Dentro da marmita, a água mais saturada em carbonato e, portanto, mais densa, se acumula no fundo, ajudando a protegê-lo. Enquanto isso, a água mais superficial, menos saturada, corrói preferencialmente as paredes. Isso explica porque as marmitas tendem a ser mais largas que profundas.

# FEIÇÕES ENDOCÁRSTICAS DO AFLORAMENTO DENTE DE CÃO

Feições endocársticas também ocorrem nessa área. Logo abaixo do afloramento Dente de Cão, algumas pequenas cavernas de desenvolveram.



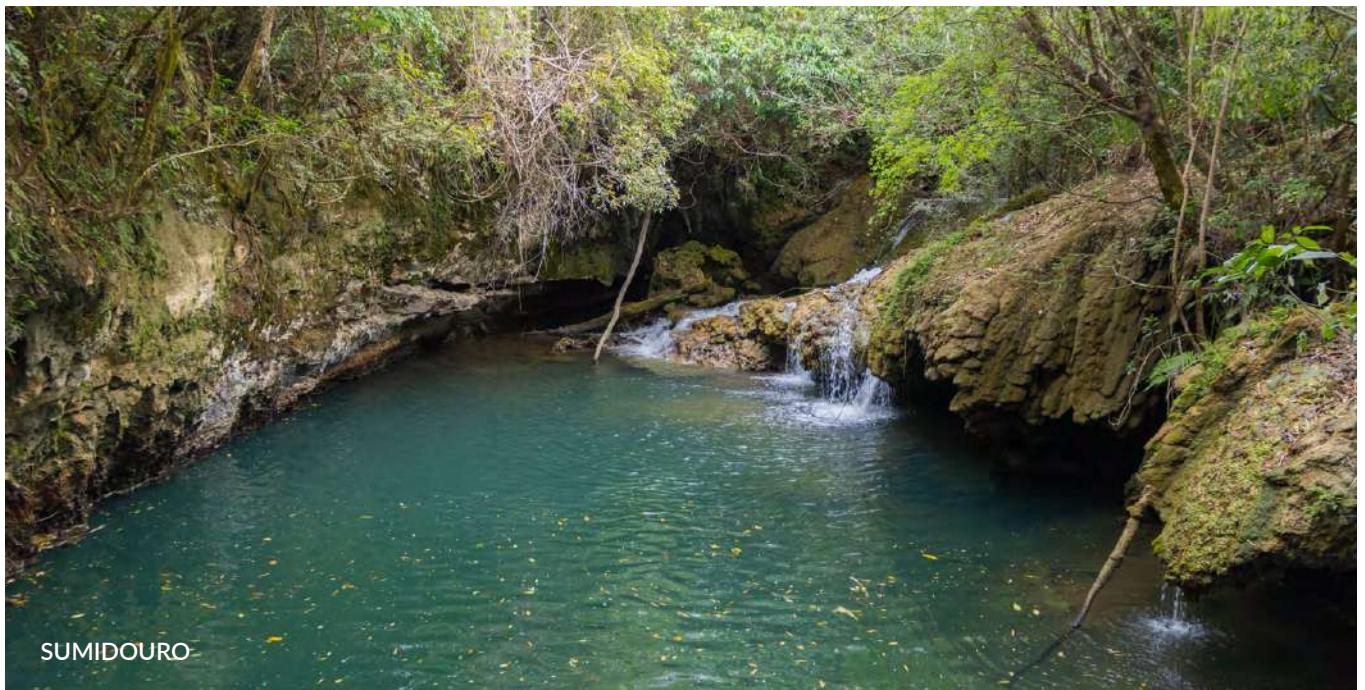
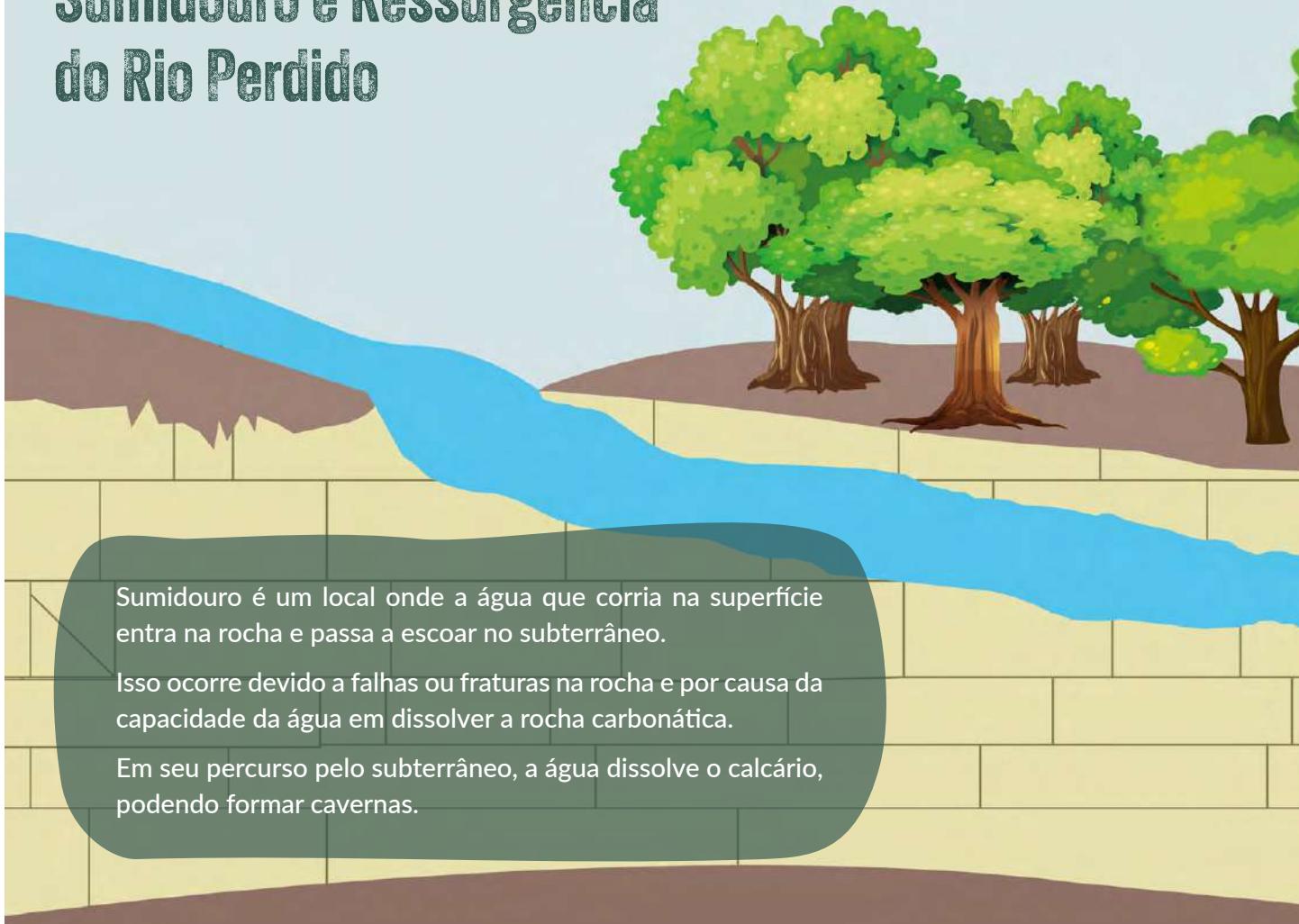
## Visitando a **REGIÃO DO RIO PERDIDO**

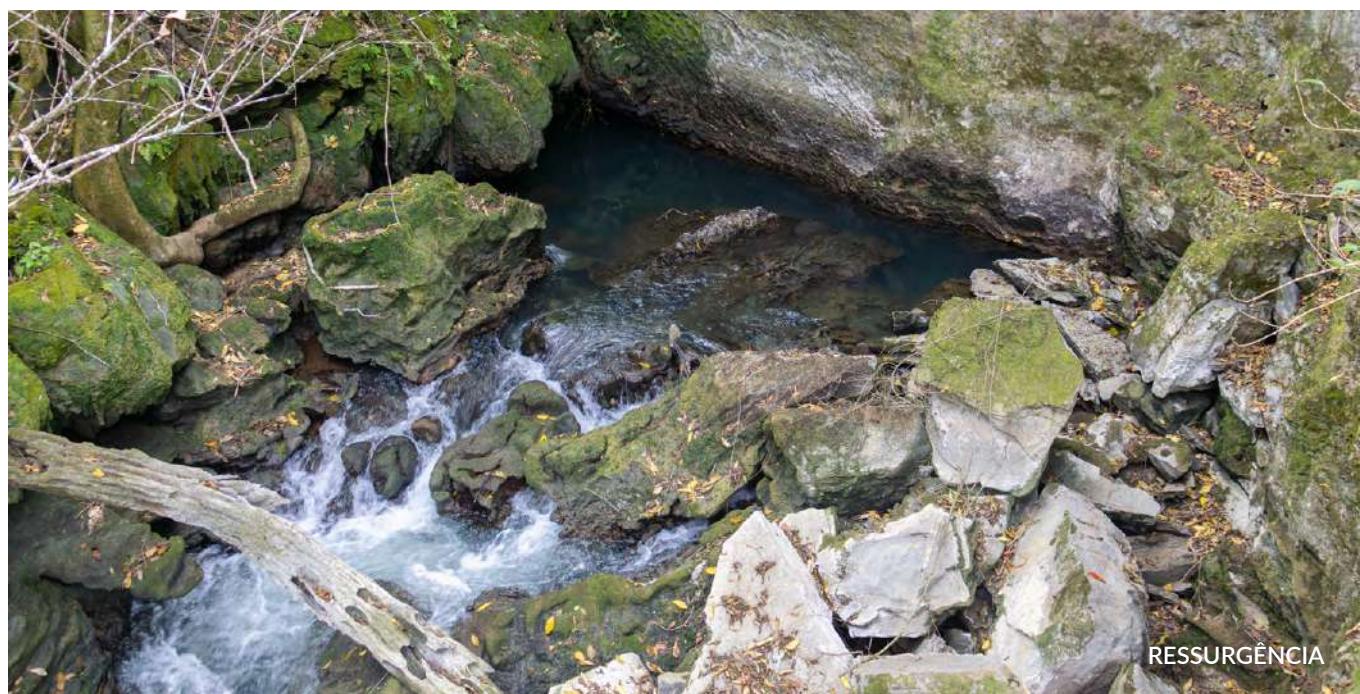
As águas cristalinas do rio Perdido percorrem praticamente todo o fragmento sul do Parque Nacional da Serra da Bodoquena e em determinado ponto “se perdem” em um sumidouro, continuando seu trajeto sob a rocha calcária e retornando à superfície centenas de metros abaixo.

O grande banhado que acompanha boa parte do percurso do rio é de fundamental importância para o sistema hídrico do parque, pois recolhem, filtram e estocam a água das adjacências, funcionando como zona tampão e de recarga dos aquíferos.



## Sumidouro e Ressurgência do Rio Perdido

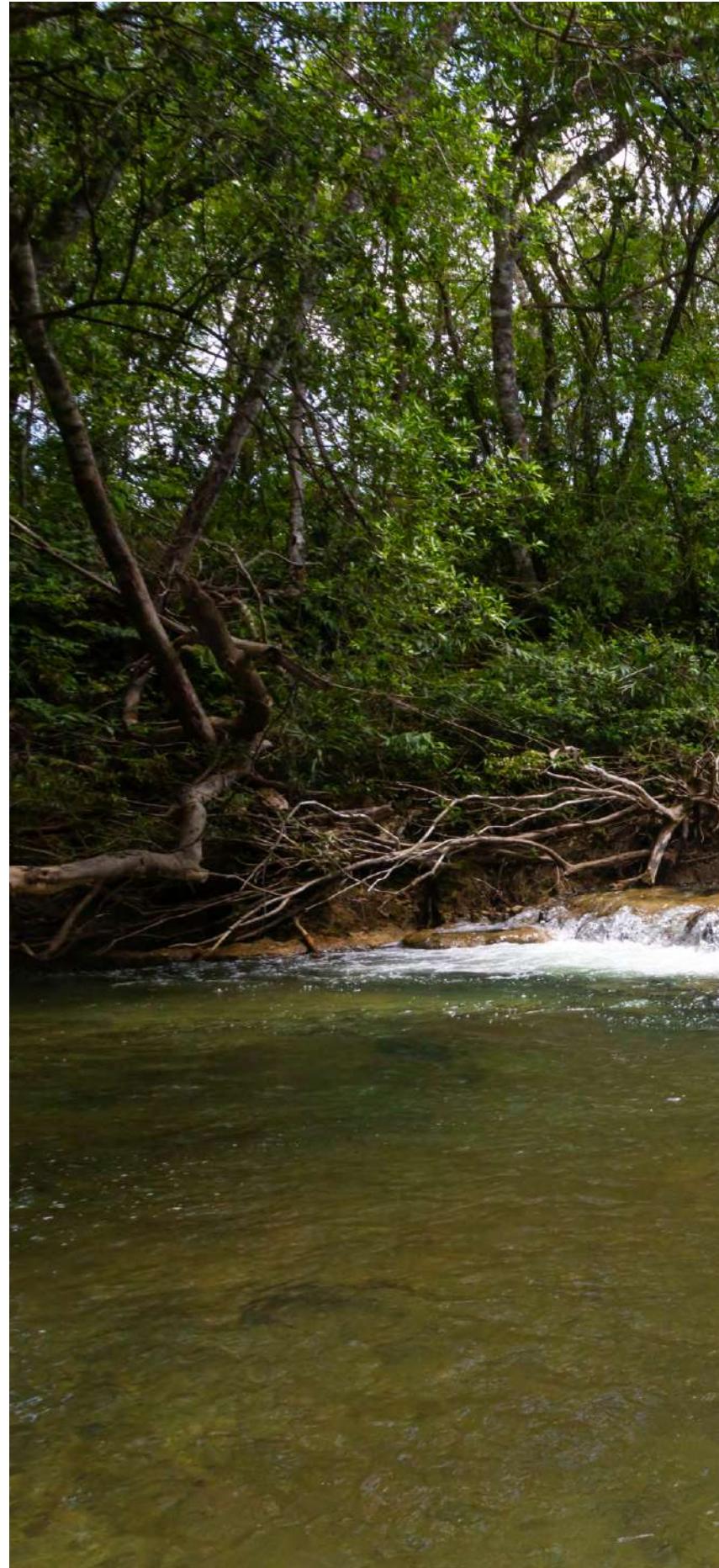




## Tufas Calcárias

Estas águas, extremamente límpidas e com alto teor de carbonato de cálcio, são as responsáveis por um dos mais expressivos registros de tufas calcárias da América do Sul. Em função das tufas, o rio Perdido segue seu curso escoando lentamente por entre os diversos barramentos naturais e, não raro, forma belas cachoeiras.

Ao escoar por áreas com rochas carbonáticas, como os calcários, a água dissolve parte do carbonato de cálcio que ocorre nesses materiais. Quando passa a fluir para áreas onde há mudanças nas condições ambientais (mudanças de temperatura, pressão ou exposição ao ar), o carbonato dissolvido volta a precipitar. À medida que vai se precipitando, o carbonato forma camadas de sedimentos, construindo as tufas. Durante a precipitação, outros elementos, como plantas (macrófitas), invertebrados e bactérias são depositados junto com os sedimentos e podem, após muito tempo, serem fossilizados.





# Visitando o CÂNION DO RIO SALOBRA

O contato milenar do rio Salobra com os carbonatos do Grupo Corumbá produziu uma das mais impactantes paisagens do parque. A água, rica em dióxido de carbono, esculpiu na rocha calcária um traçado sinuoso e estreito entre paredões que podem superar os 50 metros de altura.







A cor e a transparência são características de águas com altas concentrações de minerais dissolvidos, especialmente carbonatos.

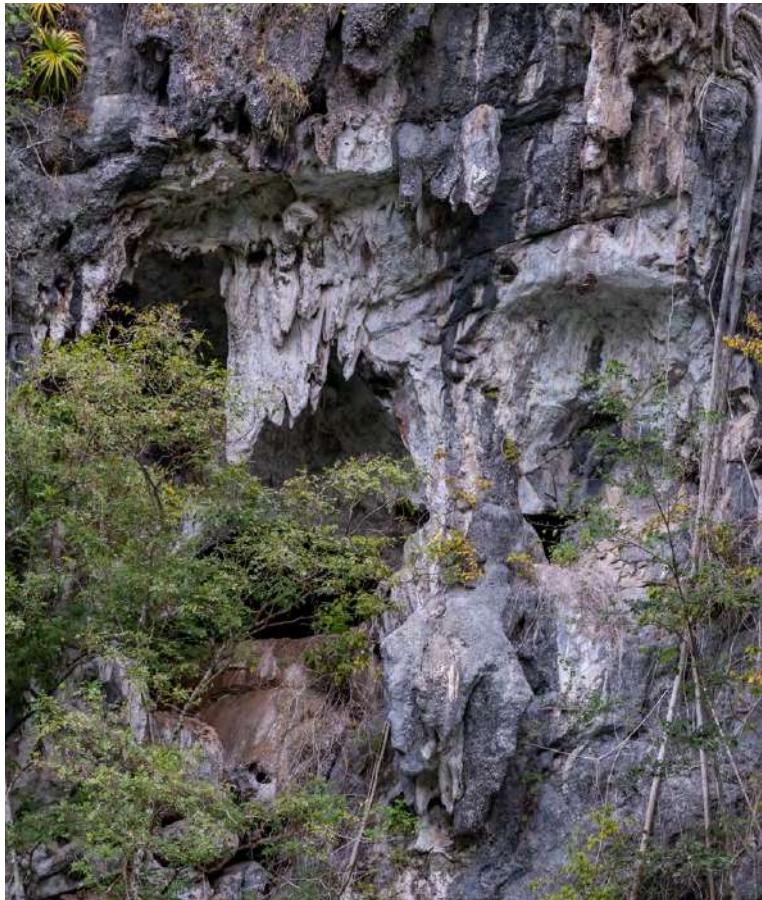
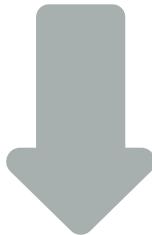


...a água saturada então deposita os carbonatos ao longo do leito dos rios, formando belas tufas.



Percorrendo o cânion, observamos formas cársticas resultantes da interação entre a água e a rocha.

Algumas mostram processos de dissolução...



...outras evidenciam processos de dissolução e reprecipitação de minerais, como entradas de cavernas e espeleotemas associados.

Mas essas formas não são tão numerosas...

...isso ocorre porque os calcários na Bodoquena são muito puros e, por isso, muito solúveis. Assim, a água das chuvas, ao cair sobre a região rapidamente fica saturada de carbonatos, perdendo sua capacidade de continuar a dissolver a rocha...



# Visitando o PAVIMENTO CÁRSTICO HARMONIA

Próximo à cabeceira de um dos afluentes temporários do rio Perdido, encontra-se uma discreta depressão no terreno. Ela quase passa despercebida por quem trafega pela estradinha de terra, porém o seu interior revela uma surpreendente paisagem.

O pavimento cárstico é uma versão em escala menor do carste labiríntico encontrado na região do rio Perdido, relevo tabular recortado por lapiás (karren) de várias formas, onde são

observadas fendas e corredores retilíneos com fundo estreito e plano.

Um pavimento cárstico é uma característica única de superfície geológica encontrada em paisagens cársticas. São essencialmente superfícies expostas que foram moldadas e suavizadas pelos processos de intemperismo químico e erosão associados ao carste. Desenvolvem-se em estratos com inclinação suave e sua superfície é dividida por fendas.



A formação desse tipo de feição ocorre principalmente em regiões onde houve atividade glacial. Assim, tem-se a dissolução da rocha, tanto devido ao derretimento da neve acumulada durante o inverno quanto devido à chuva.

Visualmente, esse pavimento calcário apresenta características semelhantes àquelas que ocorrem em regiões onde o gelo foi o principal fator para modelagem do relevo. Entretanto, não é possível afirmar que seja o caso, embora a região da Serra

da Bodoquena tenha passado por evento glacial. Os estudos sobre as idades dos carbonatos da Bodoquena indicam que esses foram depositados após o período glacial.

A área cárstica em questão é um laboratório natural útil para pesquisa científica e atividades didáticas. Seu ambiente único oferece uma perspectiva distinta para entender processos geológicos e ambientais (passados e atuais), ciclos naturais e até mesmo mudanças climáticas.

# FEIÇÕES EXOCÁRSTICAS DO PAVIMENTO CÁRSTICO HARMONIA

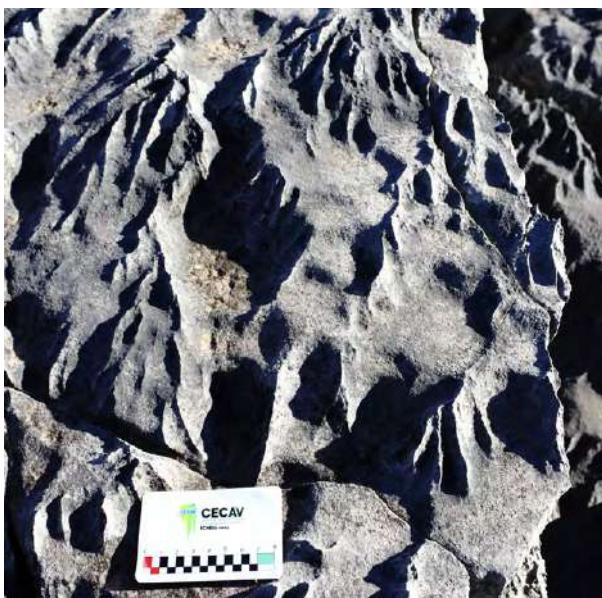
Neste afloramento ocorrem diversas feições exocársticas, especialmente os karren.

Vamos conhecer algumas delas:

## Marmitas (*kamenitza* ou bacias de dissolução)



## Lapiás em caneluras (*rillenkarren*)



## Crateras pluviais (*craterkarren ou rainpits*)



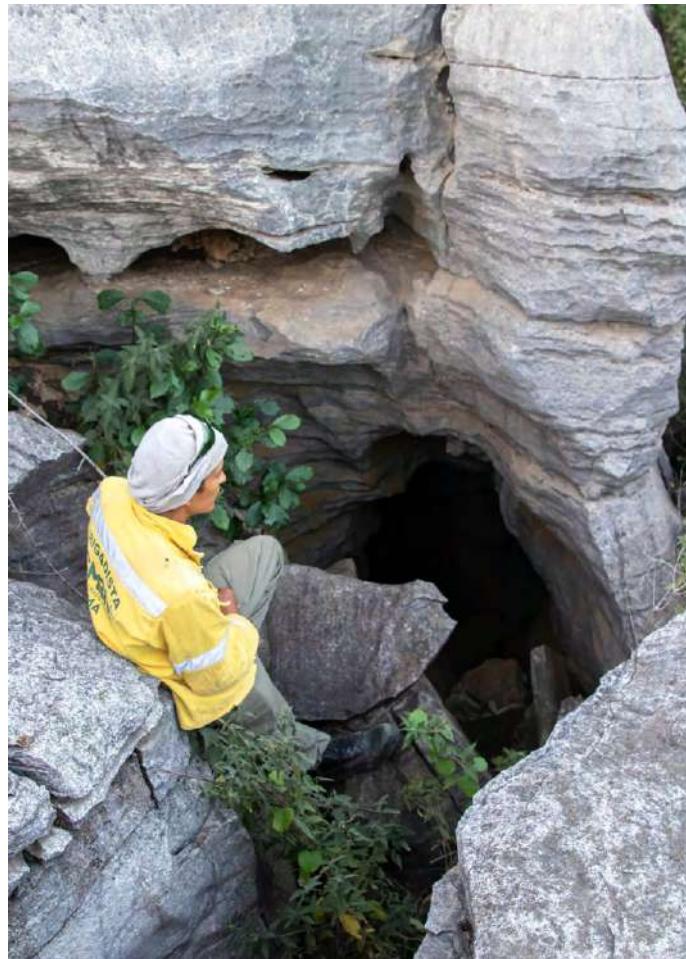
## Lapiás em planos de acamamento (*bedding plane karren* ou lapiás horizontais)



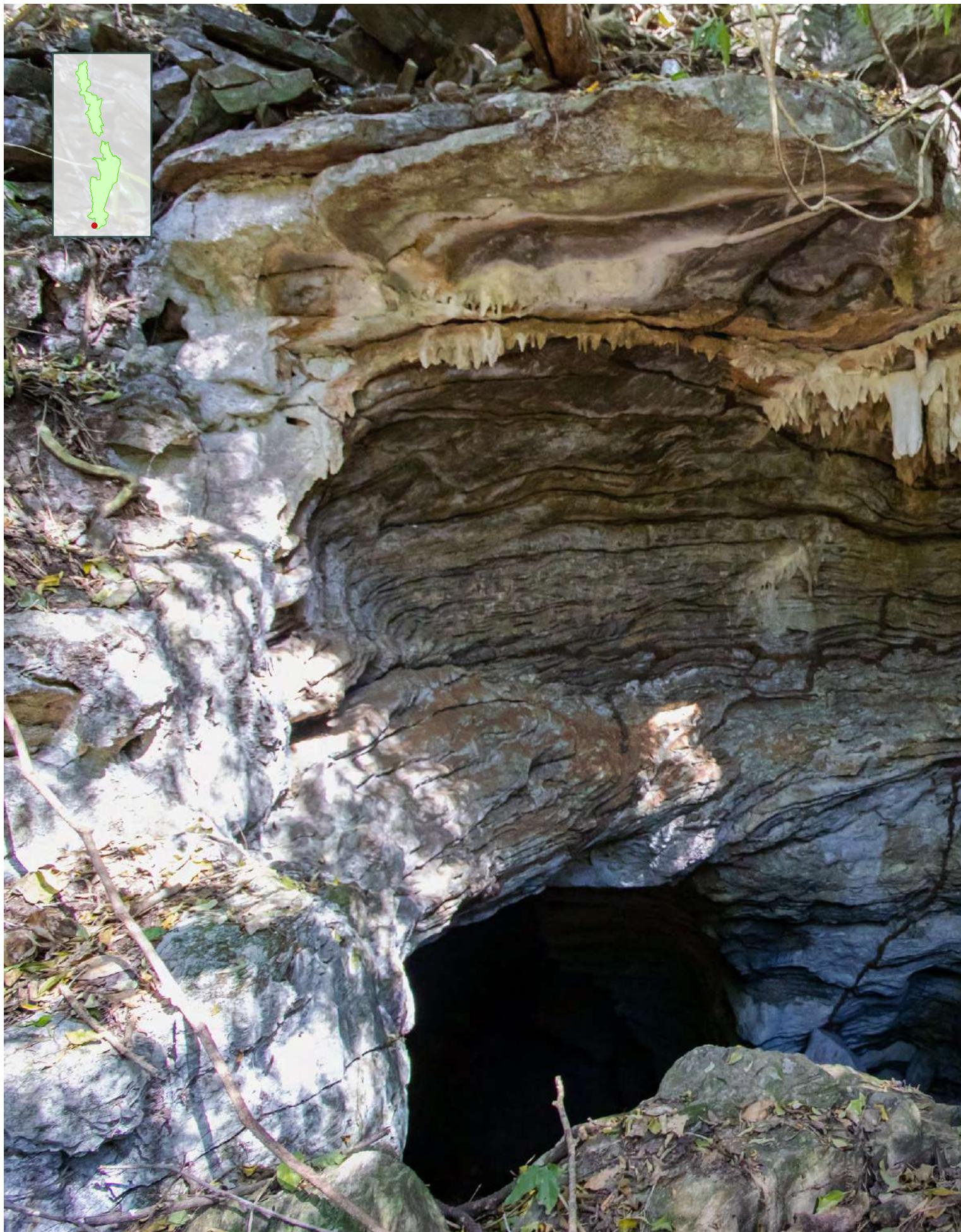


# FEIÇÕES ENDOCÁRSTICAS DO PAVIMENTO CÁRSTICO HARMONIA

Durante o período de chuvas mais intensas, a água pode se acumular sobre algumas regiões do afloramento formando uma lagoa. Pequenas cavernas encontradas nesses locais funcionam como sumidouros, drenando a água e abastecendo o aquífero



Além de sua função hidrológica no sistema cársico, essas cavidades também abrigam diversas espécies da fauna.





# VISITANDO A TOCA DA ONÇA

Localizada em meio a densa vegetação, no divisor de águas dos rios Perdido e da Prata, a caverna se desenvolve em rocha carbonática e apresenta 247 metros de projeção horizontal.



## FEIÇÕES ENDOCÁRSTICAS NA TOCA DA ONÇA

As variações nas formas dos condutos e o material presente neles revelam diferentes estágios da caverna, ajudando-nos a entender sua evolução e a história da região circundante.

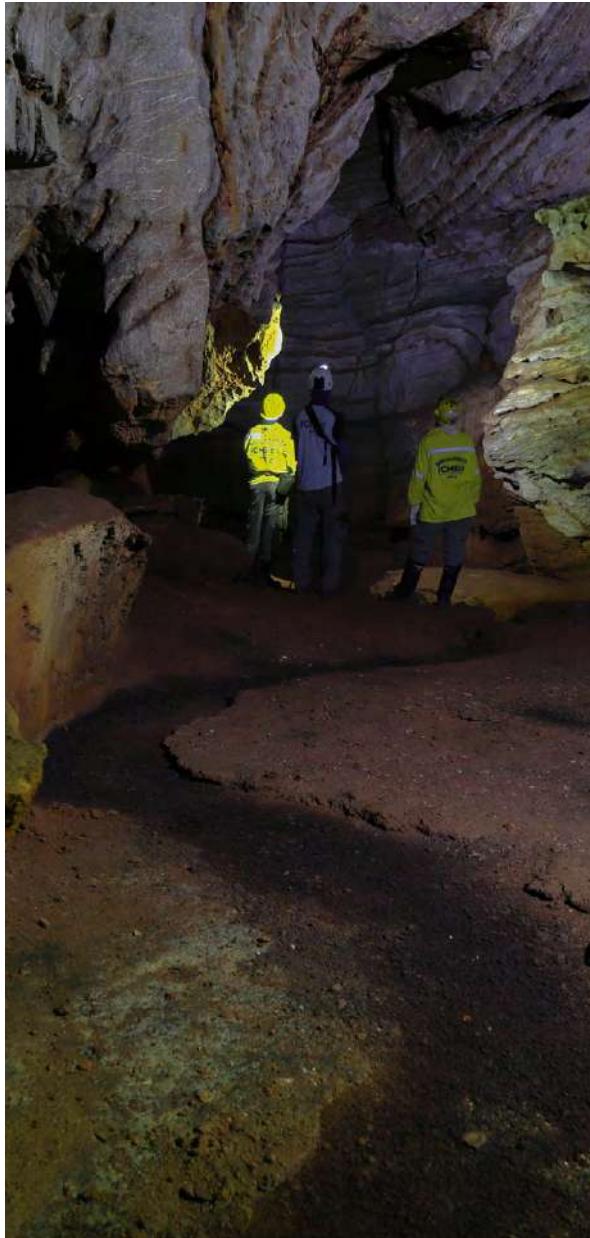
A caverna apresenta paredes com formas arredondadas. Os salões apresentam cúpulas nos tetos e são conectados entre si por condutos estreitos. Esse tipo de escavação dos condutos indica um período do desenvolvimento que chamamos de freático, quando a caverna estava preenchida por água. Desse modo, a dissolução pôde ocorrer em toda a superfície do conduto. Blocos no solo indicam que, posteriormente,

partes do teto e paredes perderam sustentação e desabaram, aumentando o volume da caverna em alguns trechos.

As paredes apresentam as diversas camadas de rocha sobrepostas. Elas representam momentos específicos da deposição sedimentar e cada uma apresenta maior ou menor resistência à ação da água.

As cúpulas são feições arredondadas e côncavas desenvolvidas no teto da caverna.

Sua gênese não está totalmente esclarecida. Uma hipótese para sua formação estaria relacionada ao



período em que a caverna estava no nível freático. Água menos saturada (com menor quantidade de carbonatos dissolvidos) chegou à caverna através de fraturas e, ao entrarem em contato com as águas mais saturadas que preenchiam o conduto, causariam uma dissolução localizada no teto. Esse processo é chamado de corrosão de mistura.

A presença de sedimentos em alguns trechos indica que, durante sua evolução, a caverna foi parcialmente preenchida por eles. Esses sedimentos foram trazidos da superfície, principalmente por enxurradas.

Outros materiais foram carreados para a caverna. Ossos de grandes animais da fauna pleistocênica foram encontrados junto aos sedimentos. (Esses animais viveram entre 2,5 milhões e 11,7 mil anos).

Ao longo de milhares de anos, o piso da caverna, coberto de sedimentos, foi recoberto por um tipo de espeleotema, denominado capa estalagmítica.

Essa capa formou um piso sólido, abaixo do qual os ossos puderam ser fossilizados. Partes desse piso restaram na caverna, dizemos que eles constituem um paleopiso, por serem muito antigos.



# ESPELEOTEMAS

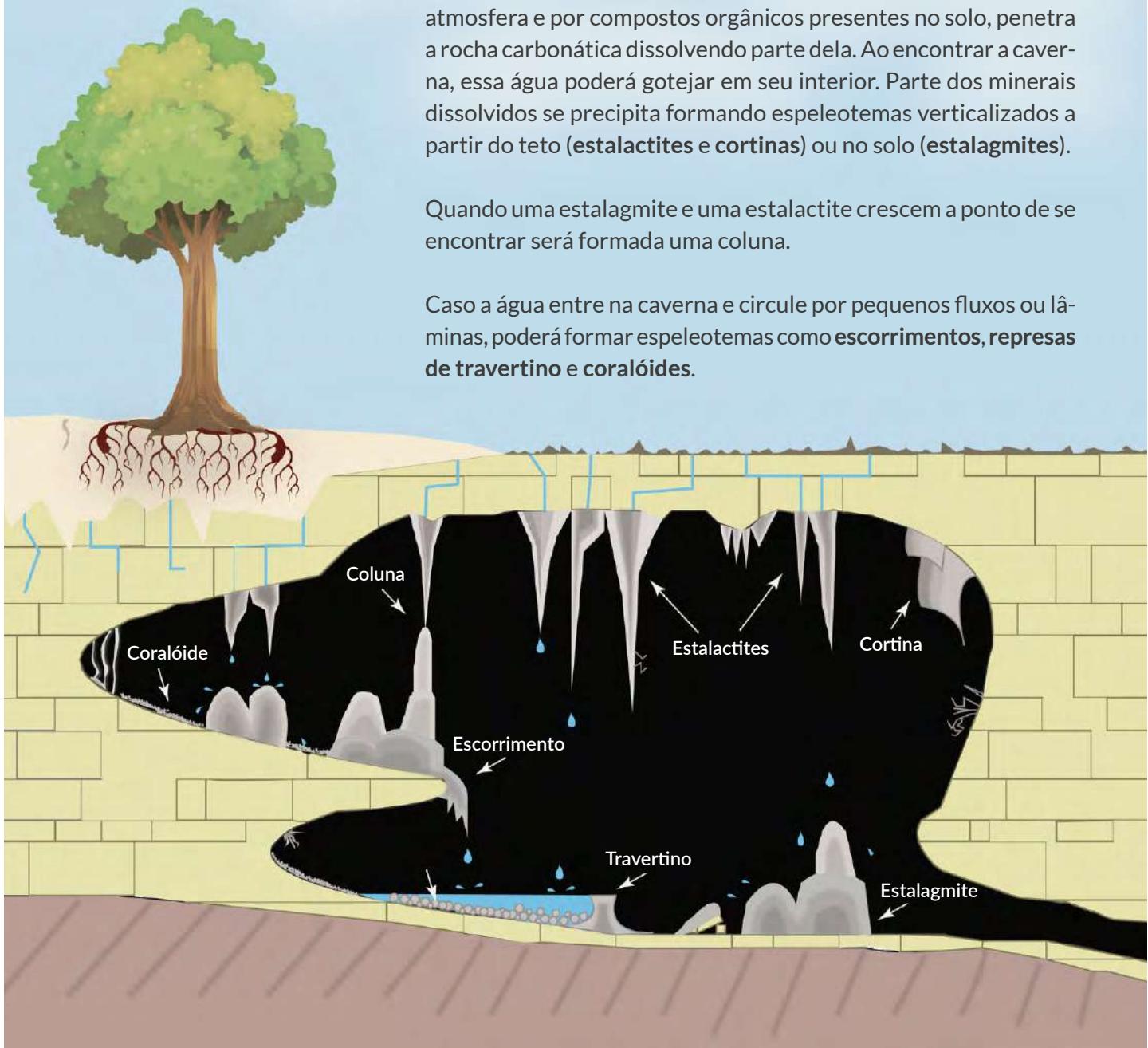
São os depósitos de cavernas formados pela recristalização de minerais dissolvidos da rocha. O principal mineral formador dos espeleotemas é a calcita.

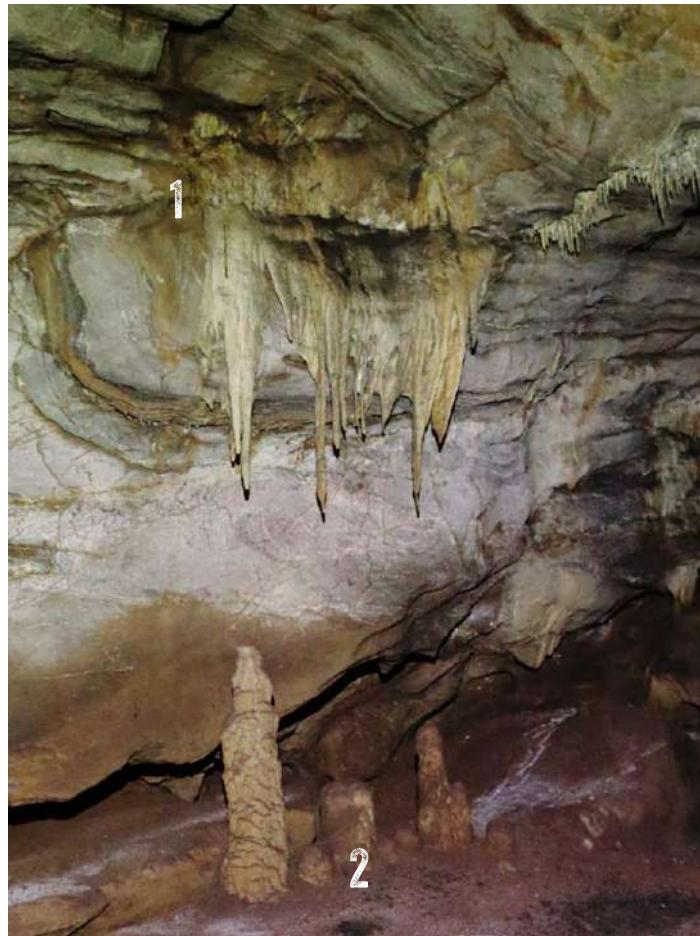
Diversos tipos de espeleotemas podem ser vistos na Toca da Onça, formados principalmente por gotejamento ou fluxo hídrico.

A água das chuvas, acidificada pelo gás carbônico presente na atmosfera e por compostos orgânicos presentes no solo, penetra a rocha carbonática dissolvendo parte dela. Ao encontrar a caverna, essa água poderá gotejar em seu interior. Parte dos minerais dissolvidos se precipita formando espeleotemas verticalizados a partir do teto (estalactites e cortinas) ou no solo (estalagmites).

Quando uma stalagmite e uma stalactite crescem a ponto de se encontrar será formada uma coluna.

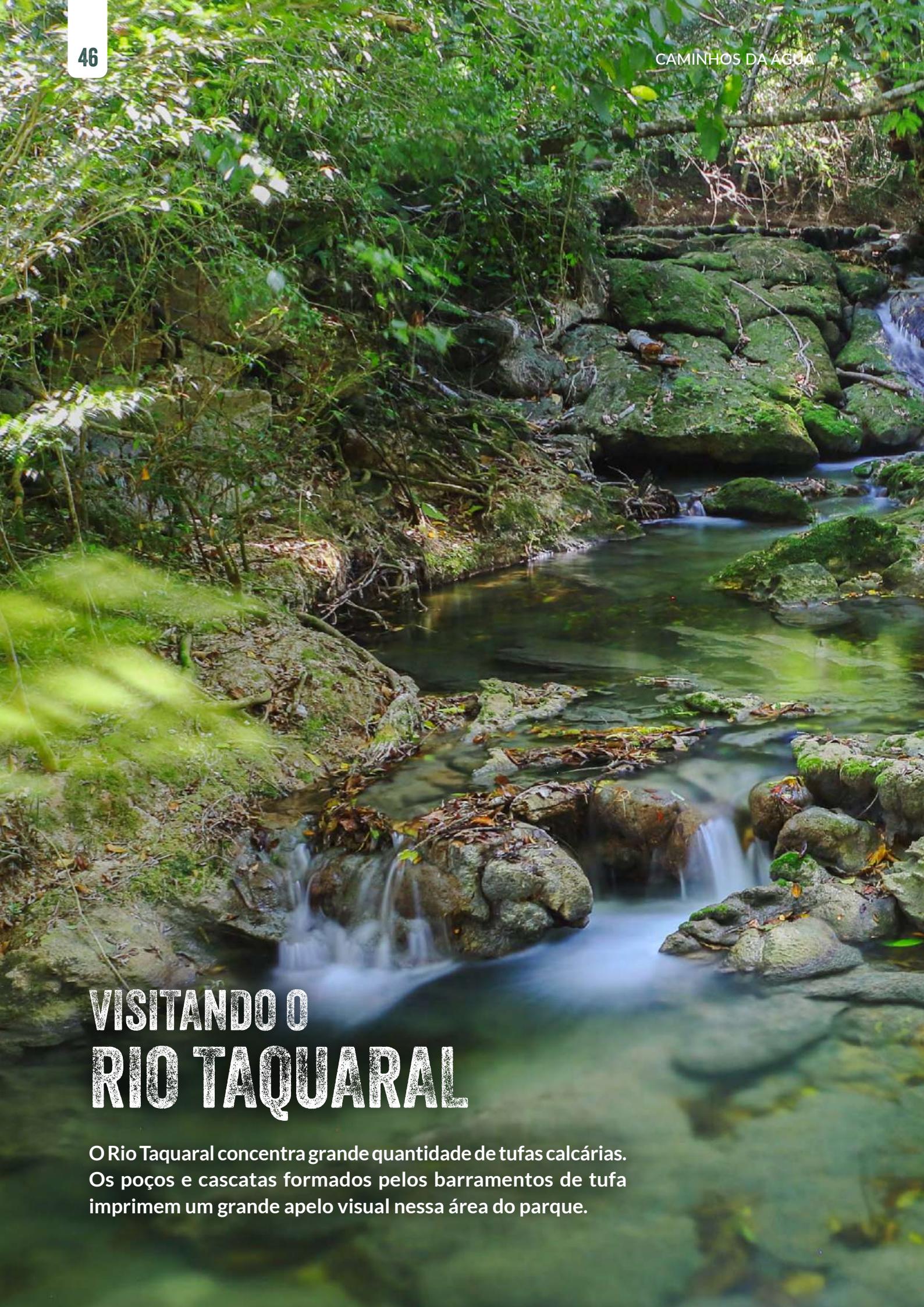
Caso a água entre na caverna e circule por pequenos fluxos ou lâminas, poderá formar espeleotemas como escorrimientos, represas de travertino e coralóides.





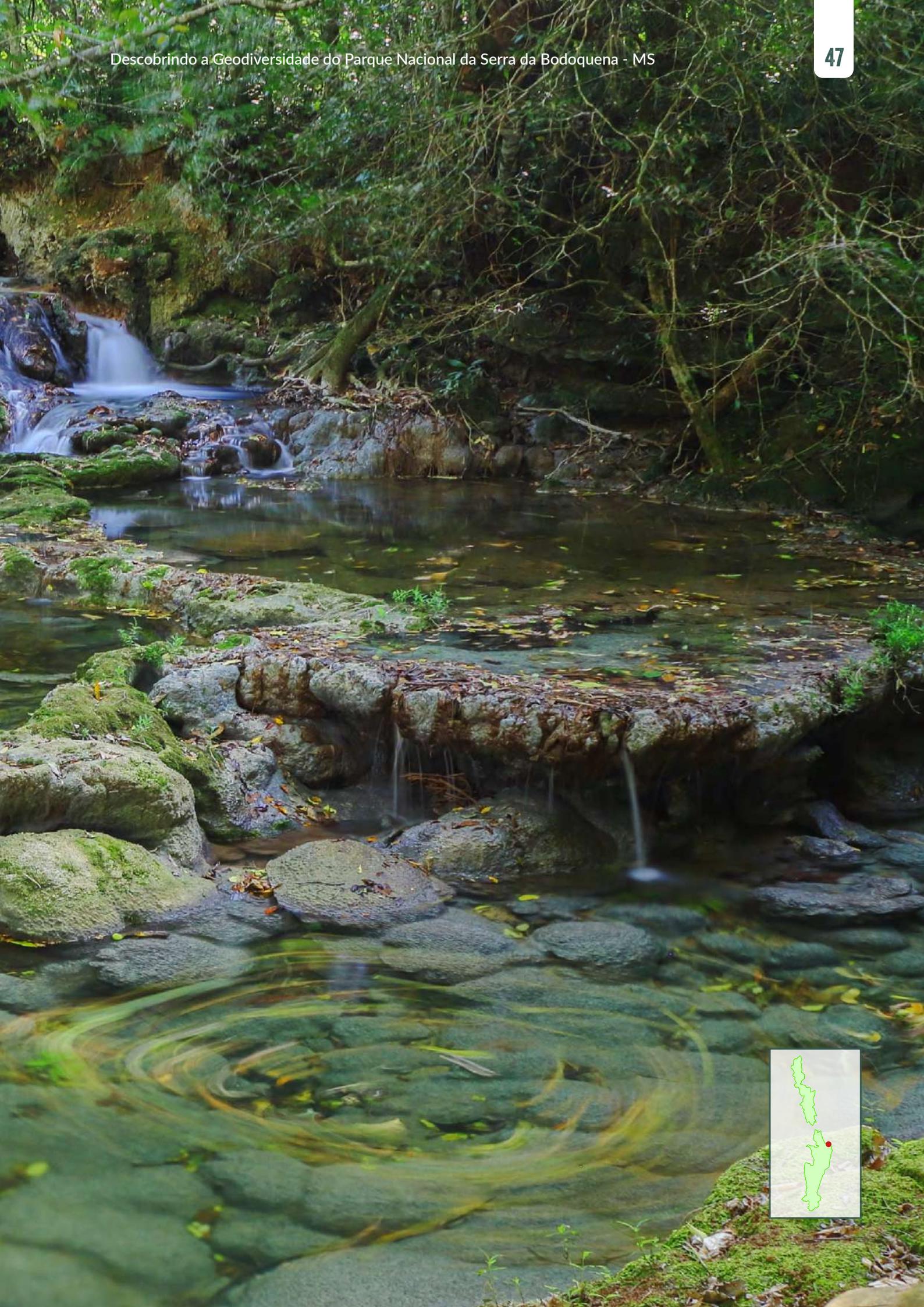
#### Espeleotemas na Toca da Onça

1. Estalactites
2. Estalagmitas
3. Colunas
4. Cortinas



## VISITANDO O RIO TAQUARAL

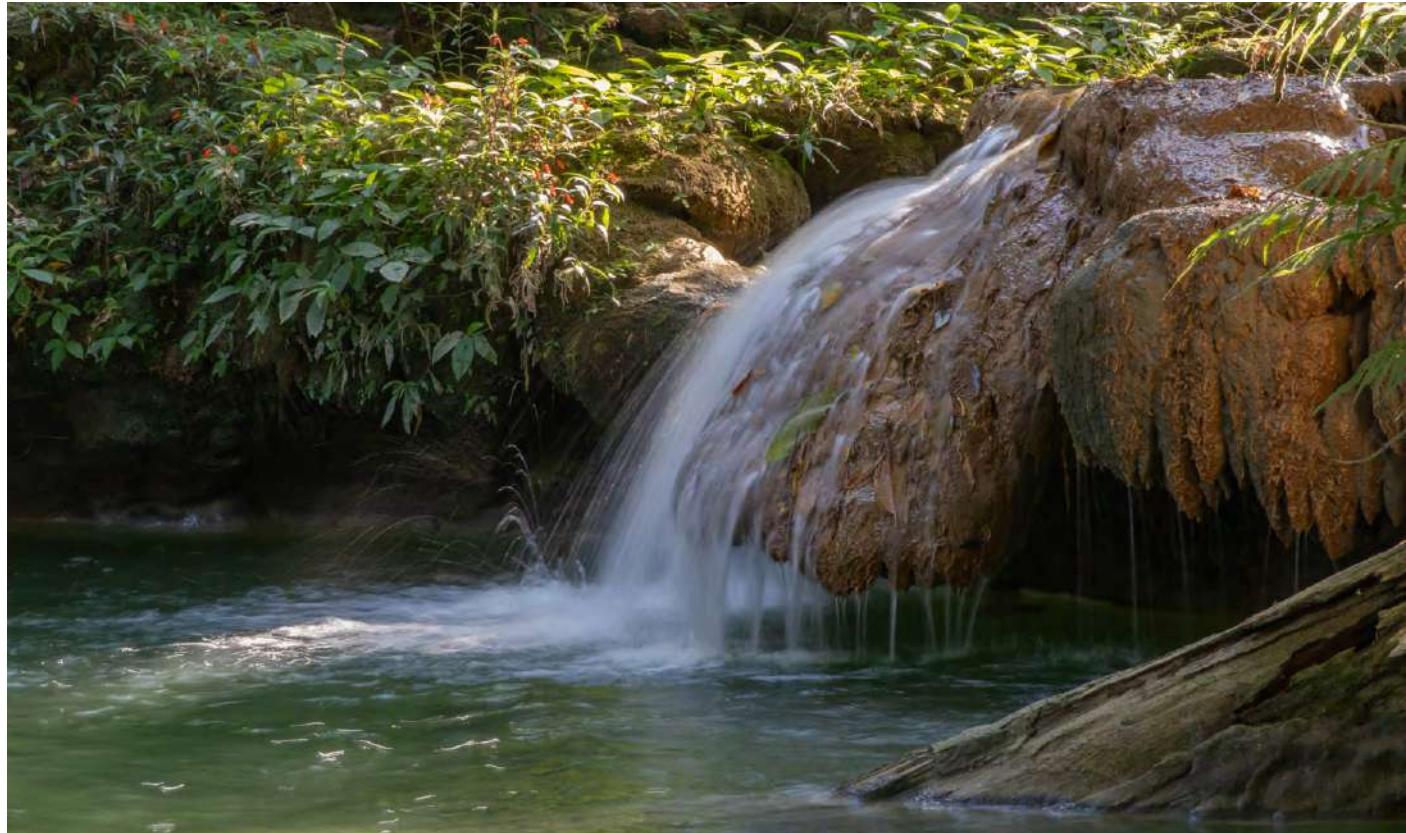
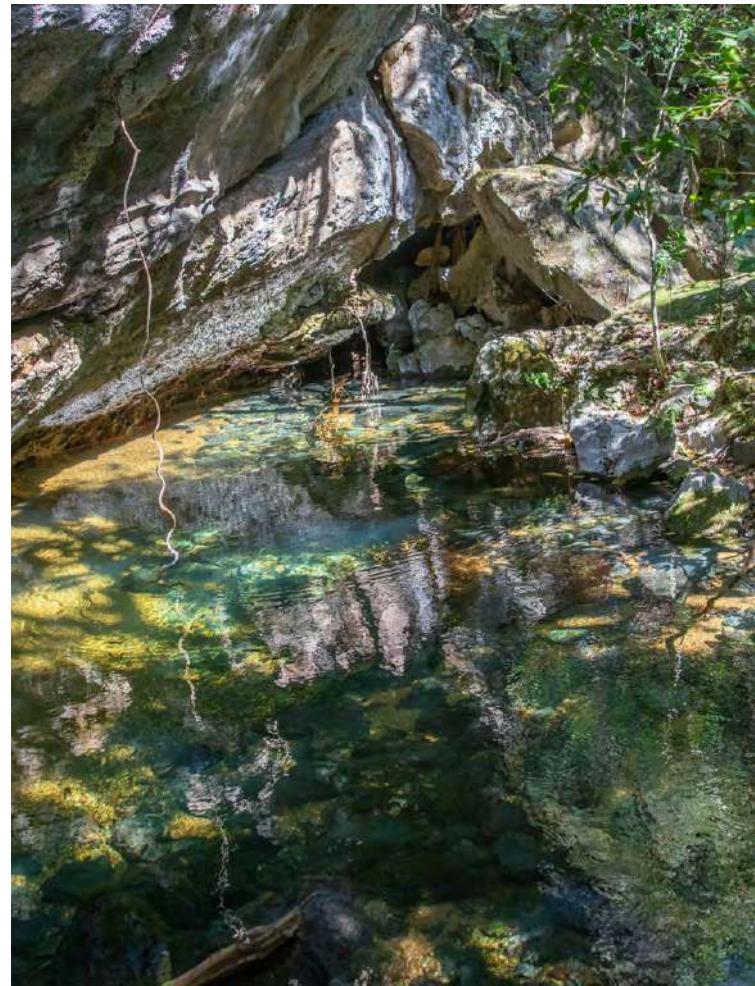
O Rio Taquaral concentra grande quantidade de tufas calcárias. Os poços e cascatas formados pelos barramentos de tufa imprimem um grande apelo visual nessa área do parque.



O rio Taquaral tem sua ressurgência sob um afloramento calcário, na área limítrofe do parque.

Durante o tempo que flui pelo subterrâneo, suas águas ficam saturadas de carbonato de cálcio dissolvido da rocha calcária

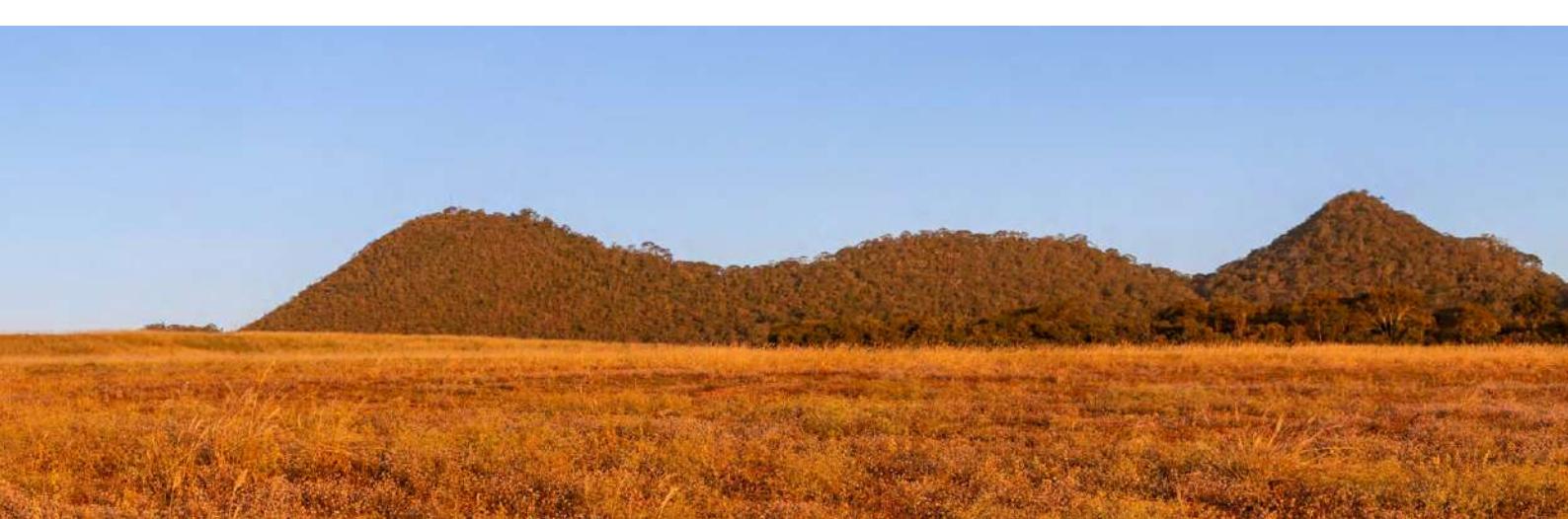
Assim que emergem, suas águas encontram condições diferentes daquelas que havia no subterrâneo, como pressão e temperatura. Essa alteração leva à precipitação do carbonato e sua consolidação como rocha sedimentar, formando as tufas.





Nas margens do rio, ocorrem formações antigas de tufas. Sua aparência esponjosa cria texturas e formas únicas.





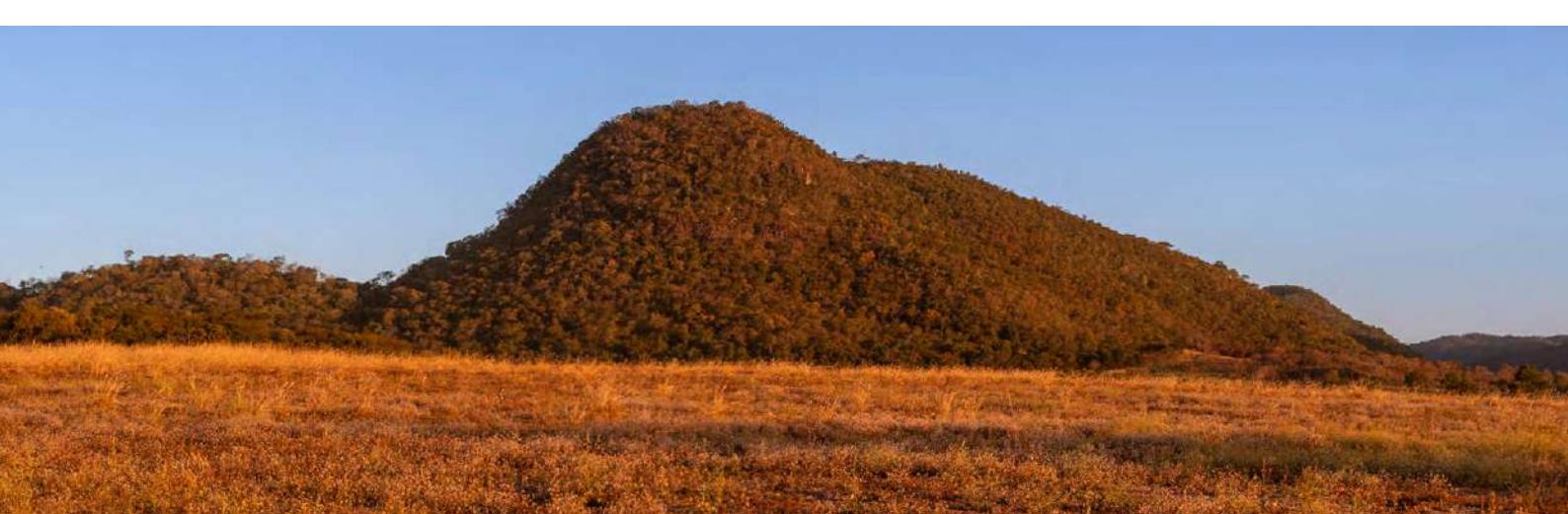


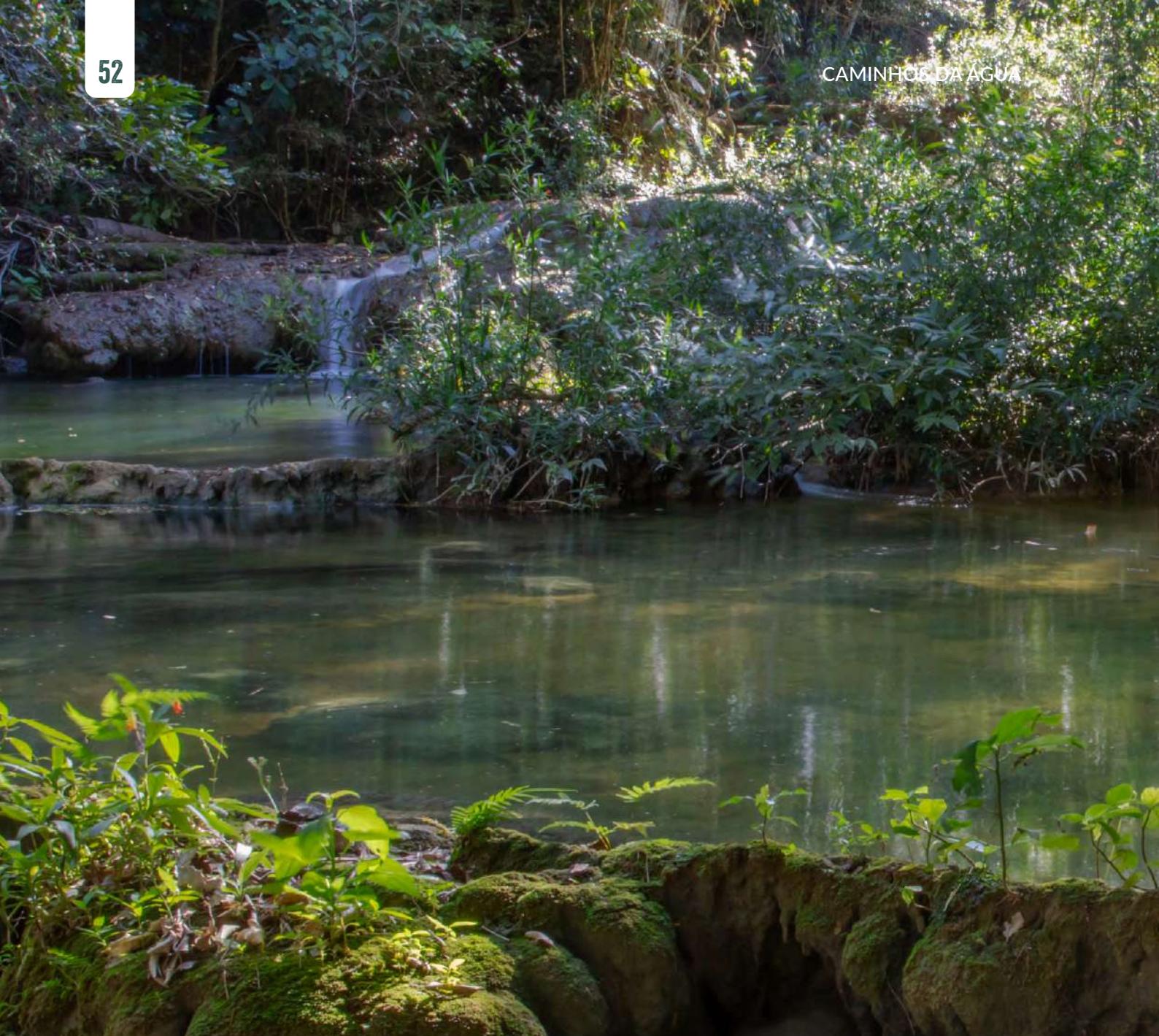
## Visitando os CÔNES CÁRSTICOS

Em diversos locais do parque e do entorno, observamos curiosas sequências de morros arredondados.

Sua formação também está associada aos processos de dissolução da rocha calcária, sendo, portanto, uma paisagem cárstica. Desenvolve-se principalmente em ambientes tropicais úmidos e recebe o nome de cones cársticos ou carste em cone.

Entre os morros ou cones ocorrem depressões fechadas.





# SERVICOS ECOSSISTÊMICOS

Os elementos não vivos da natureza exercem diferentes funções para a humanidade, com implicações econômicas e culturais significativas. Compreender essas funções é essencial para reconhecer o valor dos serviços prestados pela biodiversidade e a importância de sua conservação.

O Parque Nacional da Serra da Bodoquena protege diversos elementos e processos abióticos e, consequentemente, os serviços a eles associados.

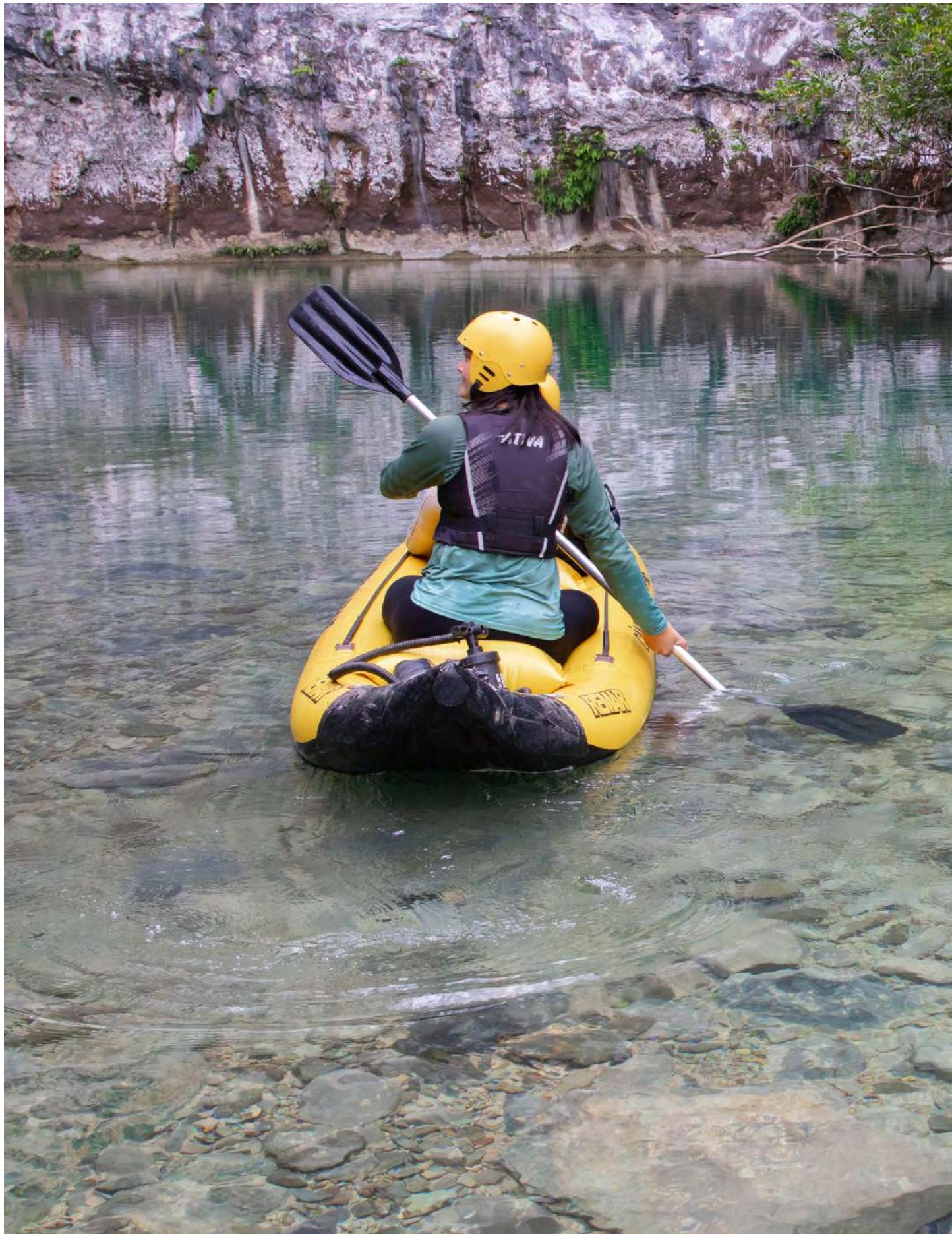
Vamos conhecer alguns deles.

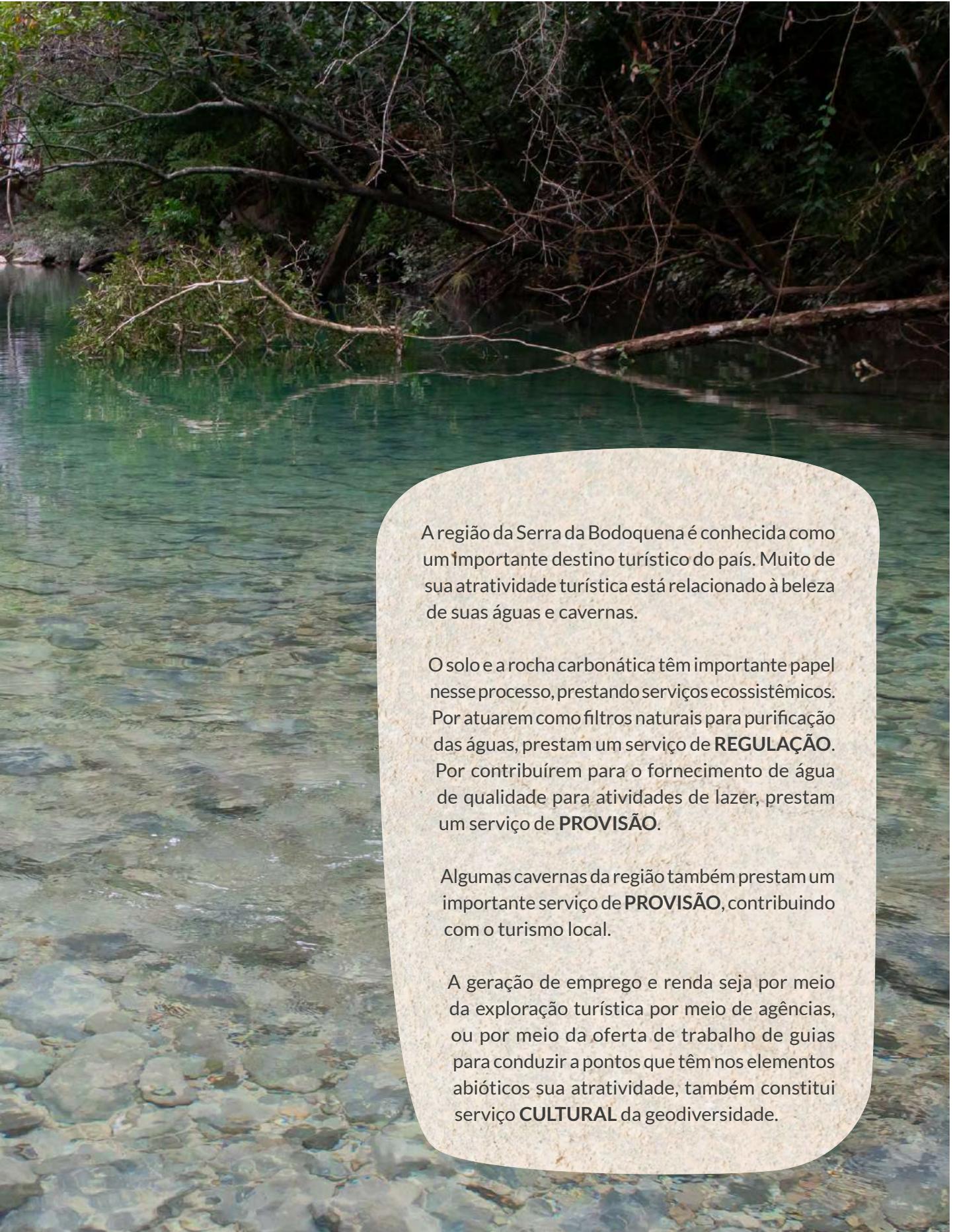


As cavernas existentes no parque são ambientes únicos, caracterizados por diferentes habitats onde vivem diversos seres vivos. Esses locais abrigam desde espécies que utilizam a caverna de forma sazonal ou esporádica, até espécies que dependem exclusivamente do ambiente cavernícola para viver. Por isso, podemos dizer que as cavernas prestam um serviço de **SUPORTE** para a natureza.

Feições do carste, como cavernas, dolinas e fraturas na rocha, facilitam a absorção de água. Ao entrar no sistema, essa água rapidamente atinge o lençol freático e abastece o aquífero. Deste modo, o carste fornece um serviço de **REGULAÇÃO** ao coletar, reter e armazenar água.

A região da Serra da Bodoquena se destaca como região para diversos campos de estudo, relacionados ao meio abiótico. Em suas rochas estão “guardadas” espécies que viveram a partir do período Ediacarano, iniciado a cerca de 635 milhões de anos, nos primórdios do surgimento da vida em nosso planeta. Seu relevo apresenta elementos cársticos pouco comuns em outras regiões do país, como os cones e as tufas calcárias. Por isso, dizemos que a geodiversidade da Serra da Bodoquena presta diversos serviços de **CONHECIMENTO**.





A região da Serra da Bodoquena é conhecida como um importante destino turístico do país. Muito de sua atratividade turística está relacionado à beleza de suas águas e cavernas.

O solo e a rocha carbonática têm importante papel nesse processo, prestando serviços ecossistêmicos. Por atuarem como filtros naturais para purificação das águas, prestam um serviço de **REGULAÇÃO**. Por contribuírem para o fornecimento de água de qualidade para atividades de lazer, prestam um serviço de **PROVISÃO**.

Algumas cavernas da região também prestam um importante serviço de **PROVISÃO**, contribuindo com o turismo local.

A geração de emprego e renda seja por meio da exploração turística por meio de agências, ou por meio da oferta de trabalho de guias para conduzir a pontos que têm nos elementos abióticos sua atratividade, também constitui serviço **CULTURAL** da geodiversidade.

# AGRADECIMENTOS

À equipe do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, especialmente ao colega Sandro Roberto por todo o apoio para a realização dessa cartilha.

Aos colegas Luiz, Amperisom, Gustavo, Maria, Odair e Val por todo o apoio para realização das expedições de campo e pelas trocas de ideias e conhecimento.

À equipe da Estância Mimosa, especialmente ao Valdenir de Souza (Val) por ter nos apresentado a estância e pela troca de informações sobre as Tufas da Serra da Bodoquena.

# FIGURAS

1- Localização do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. Imagens do Google Earth.

2- Figura Eras Geológicas. Adaptado de L'echelle des temps géologiques. Disponível em <https://drive.google.com/file/d/1WPS2nsSWvs-M9owBkLJMz0nZh2BA97SnA/view>

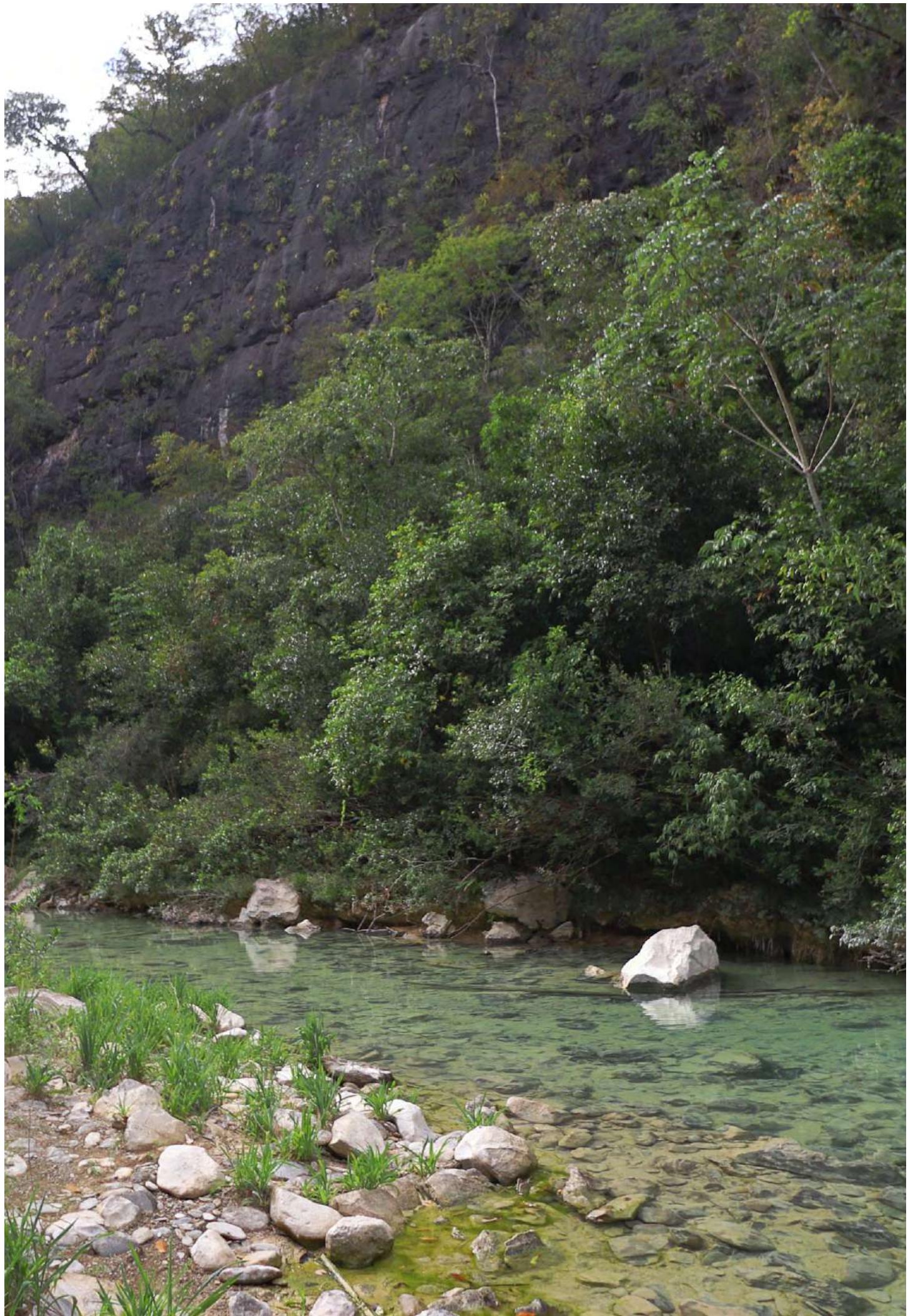
3- Figura Rift. Adaptado de Plate tectonic theory. Disponível em [https://www.jncpasighat.edu.in/file/ppt/geo/plate\\_tectonic\\_theory.pdf](https://www.jncpasighat.edu.in/file/ppt/geo/plate_tectonic_theory.pdf)

4- Figuras de rillenkarren e craterkarren adaptadas de Sauro, U. Teaching resources for Speleology and Karts 2008. Apresentação. Apud Travassos, L. E. P. (tradução, adaptação e ampliação)

5- Figura Kamenitza – Adaptado de CUCCHI, F. Kamenitzas. In Karst rock features – karren sculpturing, GINÉS, A. et al. (editors). Ljubljana: založba ZRC – ZRC Publishing, 2009.

6- Supercontinente Rodínia - Adaptado de LI Z. X.; BOGDANOVA S. V., COLLINS A. S., DAVIDSON A., DE WAELE, B; ERNST R. E; FITZSIMONS I. C. W; FUCK R.A; GLADKOCHUB, D. P; JACOBS J., KARLSTROM, K. E; LU S; NATAPOV, L. M; PEASE V; PISAREVSKY, S. A; THRANE, K; VERNIKOVSKY, V. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: a synthesis. Precambrian Research. 160(1-2):179-210. 2008.

Demais figuras elaboradas pelos autores.



# PARA SABER MAIS

BOGGIANI, P. C. et al. Gruta do Lago Azul , Bonito , MS Onde a luz do sol se torna azul Gruta do Lago Azul , Bonito , MS. Onde a luz do sol se torna azul. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** 1-11 (2008).

BRASIL. Decreto de criação do Parque Nacional da Serra da Bodoquena - 21 de setembro de 2000. (2000).

BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119-134, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>.

CRUZ, J.B.; PILÓ, L.B. (Orgs.) **Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Brasília: ICMBio, 2019. 262 p. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/espeleologia\\_e\\_licenciamento\\_ambiental.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/espeleologia_e_licenciamento_ambiental.pdf).

CUCCHI, F. Kamenitzas. In: GINÉS, A.; KNEZ, M.; SLABE, T.; DREYBRODT, W. (Eds.). **Karst Rock Features. Karren Sculpturing: Karren Sculpturing**. Ljubljana: Založba ZRC, 2009. p.139-150.

GRAY, M.; GORDON, J.E.; BROWN, E.J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 124, n. 4, p. 659-673, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2013.01.003>.

ICMBio. Encarte 3. in Parque Nacional da Serra da Bodoquena - **Plano de Manejo 130** (2013). Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/parna-da-serra-da-bodoquena/plano-de-manejo-/plano-de-manejo-pnsbd/plano-manejo-pnsbd-encarte-3.pdf>

OLIVEIRA, A. M.; CORDEIRO, L. M. Novas ocorrências de Scelidotheriinae (Mylodontidae) em caverna da Serra da Bodoquena (Mato Grossodo Sul, Brasil). **Espeleo-Tema - SBE** v. 28, n. 2. Campinas, SP, 2017

SALLUM-FILHO, W. et al. A deposição de tufas quaternárias no estado de Mato Grosso do Sul: proposta de definição da Formação Serra da Bodoquena. *Rev. do Inst. Geociências - USP* 9, 47–60 (2009).

SALLUM-FILHO, W. **Geomorfologia e geoespeleologia do carste da Serra da Bodoquena**, MS. (Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotécnica). Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, 2005).

SILVA, M.L.N.; NASCIMENTO, M.A.L. do. O sistema de valoração da geodiversidade com enfoque nos serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, v. 14, n. 1, p. 79-90, 2019. <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/142>

TRAVASSOS, L.E.P. **Princípios de carstologia e geomorfologia cárstica**. Brasília: ICMBio, 2019. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2019. 242p. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav\\_principiosdecarstologia.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav_principiosdecarstologia.pdf)



