



**Ingrid Aparecida Gomes  
(Organizadora)**

**As Inúmeras  
Facetas da  
Espeleologia**



Ingrid Aparecida Gomes  
(Organizadora)

# As Inúmeras Facetas da Espeleologia

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-081-0

DOI 10.22533/at.ed.810193001

1. Espeleologia. I. Gomes, Ingrid Aparecida.

CDD 796.525

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

Ingrid Aparecida Gomes

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ACHADO DE FERRAMENTA LÍTICA PLANO CONVEXO NO INTERIOR DA CAVERNA TOCA DA ONÇA DA CAPITINGA, FORMOSA-GOIÁS	
Alfredo Palau Peña Viviane Cristiane Novais Soares Edvard Dias Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8101930011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
CARSTE NÃO-CARBONÁTICO DA AMAZÔNIA: ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA-ITAITUBA (PA)	
Luciana Martins Freire Edson Vicente da Silva César Ulisses Vieira Veríssimo Joselito Santiago de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8101930012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO CARSTE EM METACALCÁRIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CASO DAS OCORRÊNCIAS DO MUNICÍPIO DE TEJUÇUOCA – CE	
Daniel dos Reis Cavalcante Frederico de Holanda Bastos Abner Monteiro Nunes Cordeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8101930013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>47</b>
O USO DE MATRIZ DE VALORAÇÃO NO LEVANTAMENTO ESPELEOLÓGICO DE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA, BAHIA	
Elvis Pereira Barbosa Márcio Santana Santos Fernando Andrade Silva Hércules Silva Santos Autran Matos Santana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8101930014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>63</b>
PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE RPPN PARA SALVAGUARDO DE PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO – LAPA DA FORQUILHA, BALDIM - MG	
Pablo Vinícius Silva Santos Luciano Emerich Faria Patrícia Cristina Dias Perini Bruno Henrique Martins Moreira Daniel Magno Carmo Gabriela Camargos Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8101930015</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 81**

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

[Alfredo Palau Peña](#)

[Viviane Cristiane Novais Soares](#)

**DOI 10.22533/at.ed.8101930016**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 88**

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

### **Daniel dos Reis Cavalcante**

Universidade Estadual do Ceará – Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará

### **Frederico de Holanda Bastos**

Universidade Estadual do Ceará – Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará

### **Abner Monteiro Nunes Cordeiro**

Universidade Estadual do Ceará – Centro de Ciências e Tecnologia  
Fortaleza – Ceará

semiáridas, sendo, portanto, sugerido que tais formas tiveram seu ápice de desenvolvimento em condições climáticas mais úmidas durante o Quaternário que, posteriormente, passou a apresentar climas mais secos viabilizando ciclos erosivos através de processos físicos condizentes com o entorno do carste. Nessa perspectiva foram identificadas feições exocársticas e endocársticas que tiveram sua gênese ligada aos eventos paleoclimáticos, são exemplos os lapiás alveolares e os diferentes espeleotemas encontradas nas cavernas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carste; Semiárido Brasileiro; Oscilações Climáticas.

**RESUMO:** No município de Tejuçuoca, centro-norte do Ceará, se encontra uma das mais significativas ocorrências de relevos cársticos do Estado. O referido estudo tem por objetivo abordar a gênese da atual configuração do carste, associando-o a processos morfodinâmicos atuais e pretéritos, bem como caracterizar algumas feições cársticas que ocorrem na área de estudo. Para isso, foram divididas as etapas de trabalho em levantamentos bibliográficos/cartográficos, levantamentos de campo seguidos de trabalhos de gabinete com auxílio de técnicas de geoprocessamento e por fim a integralização dos dados obtidos. Os resultados obtidos indicam que o significativo desenvolvimento de feições de dissolução não corresponde com as condições climáticas atuais

**ABSTRACT:** In Tejuçuoca Town, Ceará State central-north, one of the most significant karstic relief occurrences of the State is found. The purpose of this study is to explain the genesis of the current karst configuration, associating it with current and past morphodynamic processes, as well as to characterize some karstic features that occur in the study area. For this, the work steps were divided into bibliographical / cartographic surveys, field surveys followed by cabinet work with the help of geoprocessing techniques and, finally, the sum up of data obtained. The significant development of dissolution features does not correspond to the current semi-arid climatic conditions, therefore, it was suggested that these forms had their climax in

the most humid climatic conditions during the Quaternary, which later presented drier climates, allowing erosive cycles through physical processes consistent with the karst environment. In this perspective exokarstic and endokarstic features were identified, which had their genesis linked to the paleoclimatic events, examples are alveolar flaps and the different speleothems found in the caves.

**KEYWORDS:** Karst; Brazilian Semi-Arid; Climate Movements.

## INTRODUÇÃO

O termo carste faz referência a específicas paisagens onde se desenvolvem cavernas, bem como drenagens subterrâneas, sendo que tal paisagem se desenvolve, especialmente, sobre rochas solúveis tais como calcários, mármore e dolomitos (AULER; ZOGBI, 2005; FORD; WILLIAMS, 2007; TRAVASSOS, 2007; BIGARELLA, *et al.*, 2009). Tais feições têm recebido atenção especial pela Geomorfologia devido suas excentricidades morfológicas e seus diversos registros históricos, que contribuem sobremaneira na interpretação da evolução das paisagens naturais da Terra.

De maneira generalizada, pode-se afirmar que três condições são fundamentais para o pleno desenvolvimento de relevos cársticos: 1. Presença de rochas solúveis, preferencialmente fraturadas; 2. Condições climáticas úmidas; e 3. Gradientes topográficos favoráveis à intensificação da ação hídrica (THORNBURY, 1960; CHRISTOFOLETTI, 1980; KARMANN, 2000; PILÓ, 2000; FORD; WILLIAMS, 2007; BIGARELLA *et al.*, 2009; SUGUIO, 2010).

O semiárido do Nordeste brasileiro se caracteriza como uma área de temperaturas médias elevadas e totais pluviométricos anuais abaixo de 700 mm (AB`SÁBER, 2003). Sua posição geográfica associada a baixas latitudes justifica o fato dessa região constituir um semiárido nitidamente azonal (AB`SÁBER, 1974), cujos parâmetros hidroclimáticos são condicionados pelos complexos sistemas de circulação atmosférica que atuam nessa área (NIMER, 1979), com destaque para a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Tais condições hidroclimáticas se configuram como fator limitante para o desenvolvimento de formas cársticas, porém, não inviabilizam a existência desses tipos de feições nessa região.

De acordo com Elorza (2008), no carste em regiões áridas, em consequência da escassez da cobertura vegetal densa e solos pouco desenvolvidos, a quantidade de CO<sub>2</sub> é muito pequena, o que acaba por limitar o desenvolvimento de feições de dissolução. Consequentemente as morfologias cársticas identificadas em ambientes secos devem ser interpretadas como feições herdadas de períodos onde a precipitação era mais expressiva, com regimes climáticos mais úmidos no passado (ELORZA, *op. cit.*; BIGARELLA *et al.*, 2009).

No Estado do Ceará os relevos cársticos ocorrem predominantemente em calcários cristalinos pré-cambrianos, sendo o mais conhecido exemplo o relevo cárstico formado nos metacalcários da Formação Frecheirinha no setor NW do Estado, estes,



de acordo com Karmann e Sánchez (1979) representam a província espeleológica de Ubajara. Há também relevos cársticos em rochas mais recentes, sendo aqui destacados os relevos formados nos calcários cretáceos da Formação Jandaíra, na bacia Potiguar, no setor oriental do Estado.

No município de Tejuçuoca, centro-norte do Ceará, se encontra uma das mais expressivas ocorrências de relevos cársticos do Estado, com representações de diversas feições que caracterizam esse tipo de forma. O carste em questão localiza-se no extremo SW do município que, no contexto atual, apresenta totais pluviométricos anuais que giram em torno de 600 mm (IPECE, 2016), não constituindo uma condição hidroclimática favorável para explicar a expressiva ocorrência de feições exocársticas e endocársticas identificadas na área. Com isso, é de grande importância a tentativa de se interpretar a evolução do relevo cárstico em questão, de maneira a contribuir nos estudos dos aspectos paleoclimáticos no Nordeste brasileiro, assim como de sua evolução geomorfológica.

## **LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo (Figura 1) encontra-se na Província Borborema, mais especificamente no bloco tectônico denominado Domínio Ceará Central, onde seus limites correspondem à zona de cisalhamento Sobral-Pedro II a oeste e pela zona de cisalhamento de Senador Pompeu a leste (BRASIL, 2003). O Domínio Ceará Central de acordo com Arthaud (2007) é formado principalmente por rochas do Complexo Ceará e da Unidade Acopiara.

A litoestratigrafia do Complexo Ceará é dividida de acordo com Brasil (2003) em Unidade Canindé, Unidade Independência, Unidade Quixeramobim e Unidade Arneiroz. A área de estudo é constituída por rochas do Complexo Ceará, principalmente representada pelas Unidades Canindé e Independência com primazia de litologias metamórficas.

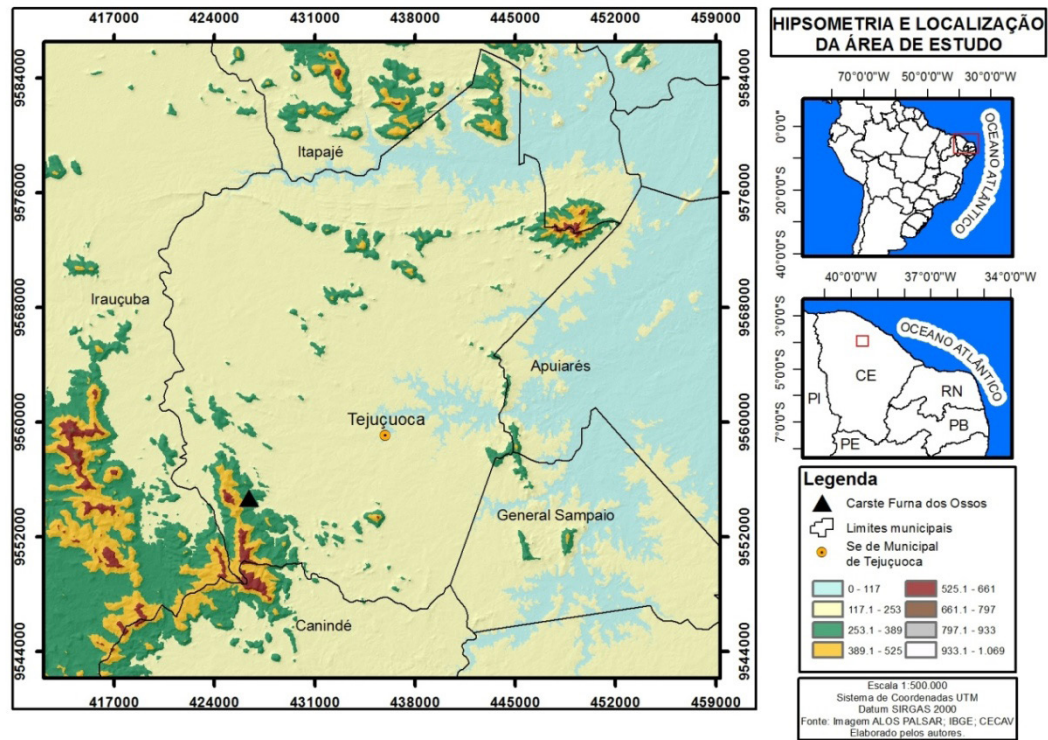


Figura 1: Hipsometria e localização da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Unidade Canindé apresenta a maior abrangência espacial da área de estudo, onde predominam rochas metamórficas, tais como, paragnaisses, ortognaisses, migmatitos, lentes de quartzitos, rochas calcissilicáticas e calcários cristalinos (CAVALCANTE; PADILHA, 2005).

Na Unidade Independência também prevalece a ocorrência de rochas metamórficas, tendo como exemplos os xistos, quartzitos, gnaisses, calcários cristalinos (mármore) e rochas calcissilicáticas (CAVALCANTE; PADILHA, 2005). Apesar de ser constituída por rochas metamórficas, a Unidade Independência apresenta um nítido controle geomorfológico no Estado do Ceará com manutenção de topografias aguçadas elevadas, geralmente associadas a quartzitos, como nos casos dos maciços de Baturité e Machado. Os mármore da Unidade Independência, que ocorrem em forma de lentes carbonáticas, possuem reflexos geomorfológicos muito expressivos, sobretudo nas ocorrências pontualizadas de feições cársticas.

Os relevos cársticos do município de Tejuçuoca se encontram na vertente setentrional da serra do Machado num esporão da referida serra que, segundo Ximenes (2005), recebe localmente o topônimo de serra da Catirina e está localizado no extremo SW do município, apresentando-se como um relevo ruiforme acima das superfícies sertanejas, possuindo topografias que se aproximam da cota 400 m. O carste em questão localiza-se na reserva legal do assentamento Macaco e leva o nome de Parque Ecológico Furna dos Ossos.

Do ponto de vista hidrográfico, a região é marcada por presença de rios intermitentes e, sobretudo, efêmeros. Dois importantes afluentes do rio Curu drenam

próximos a área de estudo, sendo eles o rio Caxitoré e o riacho Tejuçuoca, ambos rios intermitentes.

Os deslocamentos meridionais de verão e outono da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) constituem o principal mecanismo responsável pelas chuvas que ocorrem no setor setentrional do Nordeste brasileiro. Na maior parte das vezes esse deslocamento ocorre entre 2° e 5° de latitude sul, cuja variação tende a justificar eventos secos ou chuvosos (NIMER, 1972; MOLION; BERNARDO, 2002; ZANELLA; SALES, 2011). No que tange os aspectos hidroclimáticos atuais, o município de Tejuçuoca não difere muito do padrão predominante de clima semiárido cearense, apresentando médias pluviométricas de 590 mm (FUNCEME, 2016), com temperaturas elevadas (Aproximadamente 28°C), pouca variação térmica ao longo do ano e concentração do regime das chuvas nos primeiros meses do ano, como pode ser observado na Figura 2 com as médias de temperatura e pluviosidade.

De acordo com o mapa elaborado pela EMBRAPA (2006), no município de Tejuçuoca há quatro classes de solos predominantes, onde a distribuição está relacionada a aspectos litológicos, climáticos e geomorfológicos, sendo eles os Planossolos, Luvisolos, Argissolos Vermelhos-Amarelos e Neossolos Litólicos. Cabe destacar que, em escala local, é possível constatar também a presença dos Neossolos Flúvicos. Especificamente na área de ocorrência dos relevos cársticos os Neossolos Litólicos predominam.

O município de Tejuçuoca é marcado pela presença abundante de caatingas ao longo de sua extensão territorial, que reflete nitidamente as condições edafo-climáticas atuais, comandadas pela semiaridez climática. Com exceção da quadra chuvosa, que ocorre preferencialmente entre os meses de Fevereiro e Abril, constata-se expressiva queda foliar nos períodos de estiagem, caracterizada pela caducifolia da vegetação.

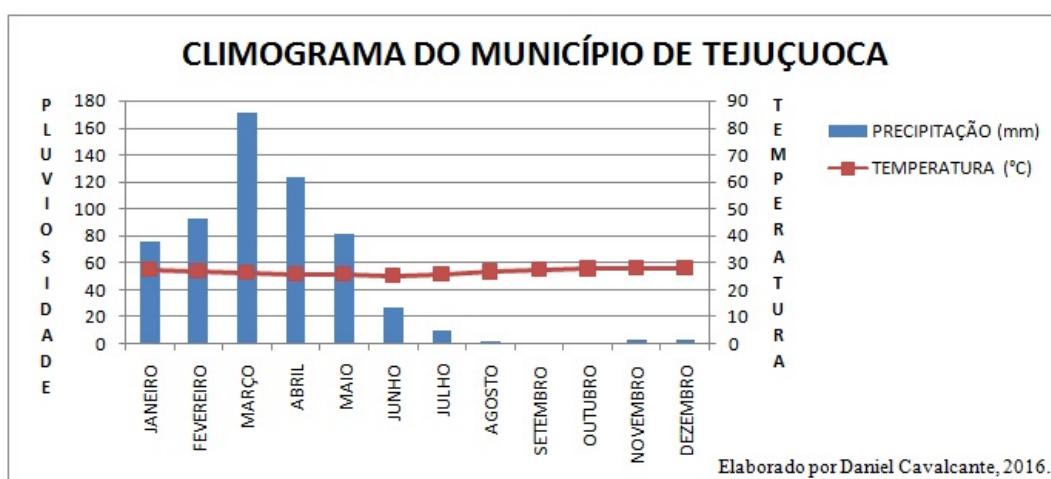


Figura 2: Climograma do município de Tejuçuoca com série histórica de 25 anos para a pluviosidade (1988 – 2015) e 19 anos para a temperatura (1995 – 2015).

Fonte: FUNCEME (2016) & INMET (2016).

Além de apresentar o quadro natural atual, essa breve apresentação também

teve o intuito de destacar os aspectos relacionados à morfogênese atual, de maneira a ressaltar as formas cársticas no contexto ambiental em questão.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa foi dividida em levantamento bibliográfico/cartográfico; levantamento de campo e trabalho de gabinete com auxílio de técnicas de geoprocessamento. Na primeira etapa foi realizado o levantamento bibliográfico, onde se prezou por um levantamento interdisciplinar visando uma abordagem mais completa sobre a temática na referida área de estudo, sendo levantados trabalhos relacionados à Geomorfologia Cárstica (THORNBURY, 1960; CHRISTOFOLETTI, 1980; KOHLER, 1989; KARMANN, 2000; PILÓ, 2000; FORD; WILLIAMS, 2007; ELORZA, 2008; BIGARELLA *et al.*, 2009; SUGUIO, 2010). Para um melhor entendimento do carste em região semiárida, foram levantadas também pesquisas sobre paleoclima com casos específicos para o Nordeste brasileiro, bem como estudos sobre relevos cársticos no semiárido nordestino (TRICART; CARDOSO DA SILVA, 1961; JATOBÁ, 1993; BEHLING *et al.*, 2000; WANG *et al.*, 2004; LIMA, 2008; SUGUIO, 2010; PIMENTEL, 2013).

No levantamento cartográfico os mapas mais consultados para uma melhor interpretação da área de estudo foram o mapa geológico do Ceará (BRASIL, 2003) na escala de 1:500.000 e o mapa morfoestrutural do Ceará e adjacências de Peulvast e Claudino-Sales (2003) na escala de 1:500.000, ambos disponibilizados em formato digital no site da CPRM, além da utilização de imagens do satélite ALOS, mais especificamente do sensor PALSAR da área de estudo.

As pesquisas de campo foram de suma importância para alcançar os objetivos propostos para este estudo, pois serviu para constatação da veracidade das informações levantadas através da pesquisa bibliográfica e cartográfica, além de ter complementado os dados adquiridos na primeira etapa. Foram realizados dois trabalhos de campo na área de estudo, onde se tentou identificar o contraste entre diferentes períodos do ano, sendo que o primeiro, no mês de outubro de 2015, foi marcado por um período de estiagem e o segundo, no mês de março de 2016, coincidiu com o período da quadra chuvosa. Esse contraste se fez necessário para se identificar os diferentes fatores que podem contribuir para a morfodinâmica cárstica, mesmo que de forma pouco expressiva, pelo fato de se tratar de uma área semiárida.

Foram realizados registros fotográficos, visitas a cavidades já identificadas, bem como prospecção de feições cársticas. Sendo assim, a presente etapa de trabalho se apresentou de notável importância para o desenvolvimento da pesquisa, já que sem essa etapa o trabalho ficaria muito limitado ou até mesmo incompleto.

Os trabalhos de gabinete tiveram papel muito importante para conclusão da cartografia básica e temática. Para a elaboração da cartografia, se fez necessário o



auxílio das técnicas de geoprocessamento. Também foi elaborado um climograma, com uma série histórica de 25 anos para a pluviosidade, com dados obtidos na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e 19 anos para a temperatura do município em questão com dados obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Sendo assim, com a integralização dos dados de campo e levantamento bibliográfico/cartográfico, chegou-se ao esboço preliminar de como se deu a evolução do relevo cárstico, bem como sua morfodinâmica atual, além de caracterizar as feições exocársticas e endocársticas do relevo em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização das formas exocársticas e endocársticas

O carste de Tejuçuoca, de forma geral, é desenvolvido sobre um afloramento de mármore espacialmente limitado na serra da Catirina, cujo topônimo está associado a um esporão da serra do Machado. As circunjunções do carste são compostas por rochas metamórficas pertencentes às Unidades Canindé e Independência.

A estrutura apresenta planos de acamamento predominantemente horizontalizados com alguns setores podendo ultrapassar os 400 m de altitude. Já a porosidade secundária da estrutura tem notável participação na gênese das diversas feições presentes na área, onde algumas fraturas são bem verticalizadas permitindo a circulação hídrica.

A cobertura vegetal de porte arbustivo nos setores mais baixos e a presença de solos pouco desenvolvidos na maior parte do carste fazem com que a rocha apresente-se totalmente exposta por quase toda a área, o que facilita na identificação dos diversos tipos de formas.

De maneira geral, pode-se afirmar que o desenvolvimento das formas cársticas em análise, sobretudo as cavernas, apresentam um forte controle estrutural cuja dissecação se apresenta diretamente condicionada pela expressiva porosidade secundária da rocha e isso pode ser constatado tanto em macro como micro escala. Em termos de macro escala, constata-se uma dissecação predominante no sentido N-S.

Devido sua pouca extensão, o carste de Tejuçuoca não apresenta grandes feições típicas de relevos cársticos como dolinas, uvalas, vales cegos ou *polje*, porém, esse carste não deixa a desejar quando se trata de microformas.

Para os lapiás do carste em questão procurou-se encontrar semelhanças destes com os da classificação de Alonso e García (op. cit.), onde os autores dividem os lapiás em quatro tipos, sendo eles Formas de lapiás relacionadas com a heterogeneidade da rocha; Formas de lapiás canalizadas não relacionadas com heterogeneidade da

rocha; Formas de lapiás com cristas não relacionadas com heterogeneidade da rocha; e por fim, Outros tipos de lapiás.

As formas de lapiás relacionadas com a heterogeneidade da rocha são divididas em dois tipos: 1. Lapiás por heterogeneidade mineralógica; 2. Lapiás por heterogeneidade planar. O primeiro tipo (Figura 3A) está relacionado aos lapiás formados pela maior resistência dos minerais que compõe a rocha, sendo considerados também minerais residuais. O segundo tipo de lapiás (Figura 3B) está ligado à expressiva ocorrência de porosidade secundária, tais como diaclases e superfícies de estratificação.

As formas de lapiás canalizados não relacionadas com heterogeneidade da rocha (Figura 3C) são as feições de lapiás de maior ocorrência espacial e normalmente ocorrem verticalizadas e paralelas. Essas formas atuam como coletoras de água superficial, ou seja, são áreas onde comumente a água precipitada drena. Esses tipos de lapiás são mais conhecidos como *Rillenkarren*.



Figura 3: (A) Lapiás por heterogeneidade mineralógica; (B) Lapiás por heterogeneidade planar; (C) lapiás canalizados não relacionadas com heterogeneidade da rocha; (D) Outras formas de lapiás, no caso, *kamenitzas*.

Fonte: Acervo particular do autor.

Não foram identificadas as formas de lapiás com cristas não relacionadas com heterogeneidade da rocha. Outras formas de lapiás são representadas, sobretudo por formas mistas, onde se teve processos diferentes. Na área de estudo os principais representantes desse grupo são as *kamenitzas* (Figura 3D), que são depressões geralmente circulares desenvolvidas sobre superfícies horizontais ou sub-horizontais, sendo considerado um tipo de lapiás (TRAVASSOS *et al.*, 2015). Podem reter matéria orgânica e água da chuva, nesses casos é provável que haja atividade microbiológica e morfodinâmica limitadas espacialmente por todo o período em que a matéria orgânica e a água ficam retidas.

O endocarste do município de Tejuçuoca apresenta-se bem desenvolvido com expressivos espeleotemas, sendo as cavernas os principais exemplos de formas. Estas, provavelmente, são de origem epigênica, ou seja, são formadas pela circulação de águas meteóricas (TRAVASSOS *et al.*, 2015).

O número de cavernas presentes no carste é algo controverso, já que no Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil – CNC, localizado no site da Sociedade Brasileira de Espeleologia, estão registradas seis cavernas. Já no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, que fica no site do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, estão registradas nove cavernas, onde algumas possuem nomes repetidos sendo diferenciadas por algarismos romanos. Através de pesquisas bibliográficas nos órgãos especializados, dissertações e jornais, bem como no campo, pôde-se fazer um levantamento e organização do número e nome das cavernas. Foram identificadas oito cavernas, sendo elas Gruta do Veado Campeiro; Gruta do Encanto; Gruta do Amor; Gruta do Jardim; Gruta do Sino; Furna dos Ossos; Gruta da Mesa; por fim Gruta do Túnel (Tabela 1).

Nº	CNC	CANIE
1	Gruta do Veado Campeiro	Gruta dos Veados Campeiros I
2	Gruta do Encanto	Gruta dos Veados Campeiros II
3	Gruta da Mesa	Gruta dos Veados Campeiros III
4	Gruta do Sino	Gruta do Amor I
5	Gruta do Amor	Gruta do Amor II
6	Furna dos Ossos	Furna dos Ossos
7	XXXX	Gruta do Sino
8	XXXX	Gruta do Túnel
9	XXXX	Gruta do Veado Campeiro (Veados Campeiros I)

Tabela 1: Relação de cavernas de acordo com o CNC e o CECAV.

Fonte: CECAV, 2017; CNC, 2017.

Dentro das cavernas foram identificados diversos tipos de espeleotemas. Na Gruta do Veado Campeiro identificou-se uma claraboia (Figura 4A), bem como a presença de coraloides (*popcorns*) (Figura 4B) que correspondem a variedades de depósitos de calcita microcristalinos ou botrioidais, que distinguem-se por apresentarem superfícies curvas (TRAVASSOS *et al.*, 2015).

Na Gruta do Sino foi identificada uma micro-represa de travertino na base de uma coluna. Em períodos de estiagem a feição passa despercebida devido a ausência de água, porém no período da quadra chuvosa, após o preenchimento pela água das chuvas.



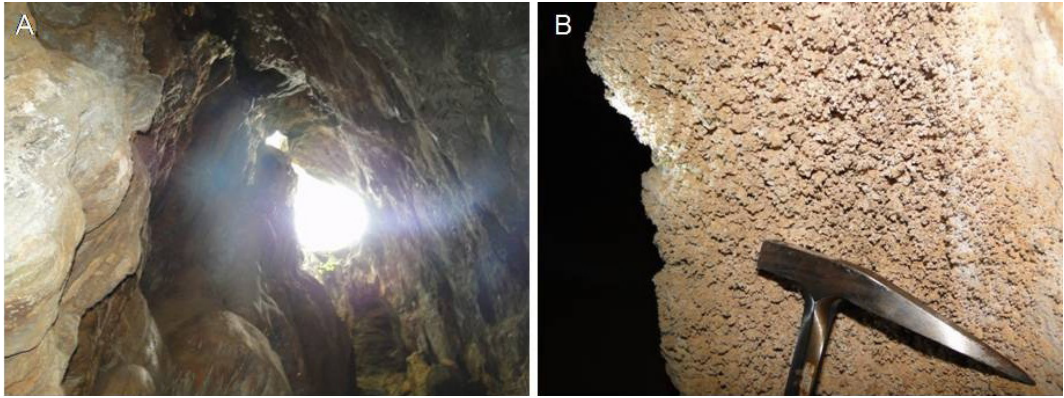


Figura 4: (A) Claraboia na Gruta do Veado Campeiro; (B) coralloides (popcorns).

Fonte: Acervo particular do autor.

Fato curioso ocorre na Gruta da Mesa que, por causa de um evento sísmico, ocorrido nas cercanias do município de Sobral, houve o colapso de um grande bloco rochoso do teto da gruta e a forma do bloco lembra uma mesa, dando o nome da gruta. Fato parecido ocorreu no sistema de cavernas de Postojna na Eslovênia em 01/01/1926, onde um terremoto de localização discutível fez com que uma coluna de expressivas dimensões colapsasse, porém a influência de terremotos na dinâmica interna das cavernas é muito raro (ŠEBELA, 2010).

### Considerações sobre a morfogênese do carste

A princípio, se faz necessário o entendimento preliminar da estrutura onde o carste se desenvolveu. Tal estrutura pertence ao Complexo Ceará, que é datado do Paleoproterozóico (BRASIL, 2003). A estrutura do carste é predominantemente carbonática (metacalcários), o que lhe confere características de se tratar de um carste tradicional. O processo de metamorfização ocorreu em zonas profundas da crosta, inclusive sendo muito comum a presença de deformações dúcteis (Figura 5).



Figura 5: Estrutura dobrada nos metacalcários da Unidade Independência.

Fonte: Acervo particular do autor.



Em termos de evolução geomorfológica da província Borborema, os soerguimentos cretáceos (relacionados à separação da América do Sul e África) e pós-cretáceos (associados a eventos flexurais) constituíram eventos endógenos de fundamental importância na configuração topográfica atual do setor setentrional do Nordeste brasileiro (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2004).

Associados aos eventos tectônicos apresentados, cabe destacar o papel do clima como agente modelador dos relevos. As áreas de entorno do esporão apresentam morfologias verticalizadas com depósitos de tálus na base, o que indica processos recentes de recuo lateral (*backwearing*), provavelmente associado a condições climáticas severas atuais.

No entanto, a forma como o carste se apresenta não reflete os processos predominantes do sistema morfoclimático atual. No caso, os mármore presentes na área e sua condição topográfica atual, que lhe confere um expressivo gradiente, são fatores favoráveis ao desenvolvimento de tal morfologia, porém, o clima semiárido com elevadas temperaturas médias diárias e totais pluviométricos limitados e irregulares, não permitem que a dissolução seja o principal processo morfodinâmico atual no carste em questão.

Diante de um contexto climático semelhante, Tricart e Cardoso da Silva (1961) afirmam que o clima onde está situada a gruta do Bom Jesus da Lapa, na Bahia, é pouco favorável à carstificação, já que seus totais pluviométricos anuais oscilam entre 700 e 900 mm. Cabe destacar que o contexto climático onde o carste de Tejuçuoca está inserido, se comparado ao exemplo de Bom Jesus da Lapa, tem-se condições pluviométricas ainda menos favoráveis à carstificação (<600mm anuais).

Ford e Williams (2007) afirmam que chuvas torrenciais aliadas à ausência de solos e o clima semiárido, fazem com que o escoamento fluvial seja total e a evaporação seja rápida, limitando assim o desenvolvimento do epicarste. Esse fato foi observado no carste em questão, a presença de solos incipientes e, conseqüentemente, a ausência do epicarste, além de uma vegetação local predominantemente arbustiva. Esses elementos têm papel fundamental na morfodinâmica cárstica, pois é onde se situa grande concentração de CO<sub>2</sub> e indicam claramente mudanças no contexto morfoclimático regional com início de ciclos erosivos associados a climas mais secos.

A presente explicação da gênese desse carste se adéqua perfeitamente às discussões recentes que relacionam a evolução dos relevos do semiárido nordestino com processos de *echplanação* (SALGADO, 2007; SANTOS; SALGADO, 2010; PEULVAST; BÉTARD, 2015). Essa teoria defende a evolução dos relevos a partir de processos de *downwearing* associados a variações climáticas onde os períodos mais úmidos são marcados pela formação de profundos mantos de intemperismo de acordo com as propriedades geomorfológicas das rochas, enquanto que períodos mais secos justificam a remoção dos regolitos expondo as frentes de intemperismo (WAYLAND, 1933; BÜDEL, 1957; VITTE, 2005).

No caso do carste de Tejuçuoca, é fato que o sistema morfoclimático atual não

propicia condições necessárias para a morfogênese cárstica, no entanto, não se pode desconsiderar que exista, mesmo que de forma pouco expressiva, dissolução da rocha carbonática nos períodos da quadra chuvosa. Entretanto, se faz necessário destacar o papel das oscilações climáticas ao longo do Quaternário para tentar justificar a presença de tal morfologia cárstica tão significativa.

Para o Nordeste do Brasil alguns eventos de oscilações climáticas foram verificados por Behling *et al.* (2000), Wang *et al.* (2004) e Lima (2008) (Quadro 1). Behling *et al.* (op. cit.) através de registro palinológico encontrado em amostras retiradas na plataforma continental leste do Estado do Ceará, possivelmente entre as cidades de Beberibe e Aracati, a cerca de 70 km da linha de costa, inferiram que a pluviosidade era mais expressiva nos períodos de 40, 33 e 24 mil anos A.P., sendo que a maior taxa de precipitação já registrada no Nordeste brasileiro ocorreu entre 15.500 e 11.800 anos A.P.. Os autores ainda afirmam que foi nesse período de maior taxa de precipitação que ocorreu a expansão das florestas úmidas.

Lima (op. cit.) afirma que taxas de intemperismo e precipitação de óxidos de manganês têm utilidade para o entendimento dos paleoclimas. Com isso, através da análise de amostras de óxido de manganês, adquiridas entre os Estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará, a autora sugeriu quatro picos onde as condições climáticas seriam quentes e úmidas (28; 10; 5,5; 1,5 Ma).

Por sua vez, Wang *et al.* (op. cit.), com auxílio de métodos de datações absolutas em espeleotemas e depósitos de travertinos adquiridos no Estado da Bahia, conseguiram inferir períodos de alta pluviosidade, onde os picos correspondem a 15, 39, 45 e 60 mil anos A.P., num intervalo de 210.000 mil anos, associados a deslocamentos meridionais da ZCIT.

Pimentel (2013) destaca que nos últimos 3.500 anos A.P. observou-se duas situações onde a precipitação no setor setentrional do Nordeste brasileiro sofreu uma notável redução, sendo a primeira situação em 2,5 – 3 mil anos A.P. e a segunda entre 1,5 – 2 mil anos A.P., o mais recente, por sua vez, representando o período mais seco registrado nesse setor do Nordeste brasileiro.

Fazendo uma relação entre o período de maior taxa de precipitação já registrado para o Nordeste brasileiro, que provavelmente ocorreu no período entre 15.500 e 11.800 anos A.P. (BEHLING *et al.*, 2000), com o relevo cárstico do município de Tejuçuoca, fica claro que esse relevo teve seu mais expressivo desenvolvimento ao longo do Pleistoceno tardio.

PERÍODO	ÉPOCA	BEHLING <i>et al.</i> (2000)	WANG <i>et al.</i> (2004)	LIMA (2008)	PIMENTEL (2013)
QUATERNÁRIO	HOLOCENO	X	X	X	2.000 yr 3.000 yr
	PLEISTOCENO	15.000 yr 24.000 yr 33.000 yr 40.000 yr	15.000 yr 39.000 yr 45.000 yr 60.000 yr	1,5 Ma	X
NEÓGENO	PLIOCENO	X	X	X	X
	MIOCENO	X	X	5,5 Ma 10 Ma	X
PALEÓGENO	OLIGOCENO	X	X	28 Ma	X
		PICOS DE UMIDADE			PICOS DE SEMIARIDEZ

Quadro 1: Oscilações climáticas ao longo da era Cenozóica no Nordeste brasileiro.

Sendo o clima fator determinante no condicionamento morfogenético, todas essas oscilações climáticas tiveram repercussões sobre o relevo regional, bem como no relevo cárstico em questão. As repercussões estão expressas em diferentes formas tanto exocársticas quanto endocársticas.

Os lapiás alveolares identificados na área são excelentes testemunhos paleoclimáticos, tendo em vista que sua gênese se dá sob os solos (AULER *et al.*, 2005). Nesse caso, com a ocorrência dessas feições por alguns setores, sobretudo nas partes mais baixas, pode-se afirmar que em períodos mais úmidos houve o desenvolvimento de mantos de intemperismo, justificando assim as morfologias arredondadas sub-horizontalizadas a horizontalizadas (Figura 6A) da área.

As feições endocársticas, também conhecidas como espeleotemas, encontram-se bem desenvolvidas e se apresentam como importantes evidências paleoclimáticas no sertão cearense. As cavernas abrigam diferentes morfologias e, de forma geral, as cavernas lembram *canyons* com paredões escarpados.

Foi possível observar que as cavernas mais baixas possuem espeleotemas mais desenvolvidos que as cavernas que se situam nos locais mais altos. Provavelmente isso se deve pelo fato de que as águas dissolvem a rocha nos setores mais altos, chegando aos setores mais baixos, a água saturada de  $\text{CaCO}_3$ , precipita em maiores quantidades nas cavernas que se situam nos setores mais baixos, formando assim espeleotemas mais desenvolvidos. Nas cavernas mais baixas identificou-se estalagmites, estalactites, cortinas, colunas, micro-represas de travertinos (Figura 6B), entre outras formas. Já nas cavernas situadas nas áreas mais altas também foram encontradas essas feições, porém, de forma menos expressiva. Todas essas formas endocársticas bem desenvolvidas têm relações diretas com as oscilações climáticas,

sobretudo as oscilações do Pleistoceno.



Figura 6: (A) Lapiás alveolares; (B) Micro-represas de travertinos na Gruta do Sino.

Fonte: Acervo particular do autor.

Algo que chamou bastante atenção foi a presença de espeleotemas fora das cavernas. Isso fez com que fosse levantada a hipótese de que a área de ocorrência dessas feições teve um recobrimento, caracterizando-se como uma antiga caverna, onde houve recuo e colapso das partes mais altas da caverna expondo os espeleotemas.

No que diz respeito à morfodinâmica atual do carste, acredita-se que esta é expressa principalmente nos locais onde a água da chuva e a matéria orgânica ficam mais tempo retidas, bem como no próprio período da quadra chuvosa, tendo em vista que não há presença de rios intermitentes, muito menos perenes ligados diretamente as cavernas. Neste período pôde-se identificar a presença significativa de escorrimentos nas paredes das grutas, bem como temperaturas mais amenas. Também foi observada a presença de matéria orgânica e água retida em alguns locais da estrutura, sobretudo nas pequenas depressões como nas *kamenitzas*. Nesses casos é provável que haja atividade microbiológica e morfodinâmica limitada espacialmente nesses locais por todo o período em que a matéria orgânica e a água ficam retidas e isso se deve, sobretudo pela horizontalidade de suas ocorrências que permite a retenção de água por período maior de tempo.

## CONCLUSÕES

O estudo apresentou o carste do município de Tejuçuoca que está inserido em uma região de clima predominantemente semiárido. Com isso, a referida pesquisa tentou interpretar a gênese desse relevo e chegou ao entendimento que oscilações climáticas quaternárias possuem uma estreita relação com a configuração atual do carste.

As afirmações feitas no presente estudo são conjecturas levantadas a partir de bibliografias, comparações com outros estudos, bem como a observação em campo. Entretanto, cabe aqui destacar, a necessidade da utilização de métodos de datações absolutas para se comprovar ou refutar as hipóteses aqui levantadas.



Vale ressaltar também a importância da geoconservação do patrimônio geomorfológico que o carste abriga, tendo em vista seu potencial geoturístico e espeleoturístico. A utilização do relevo cárstico pelo turismo de forma planejada pode trazer benefícios para a população local e ajudar na conservação das cavernas, da fauna e da flora local, que também possui um valor notável pelo atual estado de conservação.

## REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, A. N. O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, Instituto de Geografia, n. 43, 1974.

\_\_\_\_\_. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. p. 160.

ALONSO, R. S.; GARCÍA, J. M. Las formas de lapiaz en el sector norte del macizo del Cornión, Picos de Europa. **Cuaternario y geomorfología: Revista de la Sociedad Española de Geomorfología y Asociación Española para el Estudio del Cuaternario**, Salamanca, v. 19, n. 1, p. 35-47, 2005.

ARTHAUD, M. H. **Evolução neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira**. Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de Brasília, Brasília. 2007. 169 f.

AULER, A.; ZOGBI, L. **Espeleologia: noções básicas**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005. p. 104

AULER, A. S.; PILÓ, L. B.; SAADI, A. (2005). Ambientes cársticos. In SOUZA, C. R. G. et al. (orgs.). **Quaternário do Brasil**. Holos, Ribeirão Preto: p. 321-342.

BEHLING, H.; ARZ, H. W.; PÄTZOLD, J.; WEFER, G. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, n. 10, p. 981-994, 2000.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. v. 1. Florianópolis: UFSC, 2009. p.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará**. Mapa na escala 1:500.000. Serviço Geológico do Brasil. Ministério das Minas e Energia. Fortaleza, 2003.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>>. Acesso em: 14 de maio 2016.

BÜDEL, J. K. Die doppelten Einebnungsflächen in den feuchten tropen. **Zeitschrift für Geomorphologie**, Stuttgart, n. 1, v. 2, p. 201-228, 1957.

CNC. CADASTRO NACIONAL DE CAVERNAS DO BRASIL. Sociedade Brasileira de Espeleologia. Disponível em: <<http://www.cavernas.org.br/cnc/>>. Acesso em: 15 de dez. 2017.

CANIE. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?option=com\\_icmbio\\_canie&controller=pesquisa&itemPesq=true](http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?option=com_icmbio_canie&controller=pesquisa&itemPesq=true)>. Acesso em: 15 de dez. 2017.

CAVALCANTE, J. C.; PADILHA, M. W. M. (2005). Geologia e Mineração. In: VIDAL, F. W. H. et al. (orgs.). **Rochas e minerais industriais do Estado do Ceará**. CETEM/ UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, Fortaleza: p. 9-18.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Séries Históricas**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas>>. Acesso em: 14 de maio 2016.

\_\_\_\_\_. Perfil Básico Municipal - Tejuçuoca. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Disponível no site Acesso em: 03/06/2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980. p. 188.

ELORZA, M. G. **Geomorfología**. Madrid: Pearson Educación, 2008. p. 920.

EMBRAPA. **Solos UEP Recife**, 2006. Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ce>> Acesso em: 03 jun. 2016.

FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira–Fundamentos Fitogeográficos**: Fitopaleontologia, Fitoecologia, Fitossociologia, Fitocorologia. v. 1. Fortaleza: UFC, 2007. p. 183.

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst hydrogeology and geomorphology**. United Kingdom: Wiley, 2007. p. 562

JATOBÁ, L. As mudanças climáticas do Quaternário e suas repercussões no relevo do Mundo Tropical. **Coleção Mossoroense**, Mossoró, n. 1238, p. 5-39, 1993.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**, Campinas, n. 13, p. 105-167, 1979.

KARMANN, I. (2000). Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (orgs.). **Decifrando a terra**. Companhia Editora Nacional, São Paulo: p. 113-138.

KOHLER, H. C. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa, MG**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. 113 f.

LIMA, M. G. **A História do Intemperismo na Província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: Implicações Paleoclimáticas e Tectônicas**. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2008. 593 f.

MELO, M. S.; CLAUDINO-SALES, V.; PEULVAST, J. P.; SAADI, A.; MELLO, C. L. (2005). Processos e Produtos Morfoгенéticos Continentais. In SOUZA, C. R. G. *et al.* (orgs.). **Quaternário do Brasil**. Holosp, Ribeirão Preto: 258-275.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. **Carta morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e da Paraíba**. Nota explicativa. In: CPRM: Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Mapas na escala 1:500.000. Serviço geológico do Brasil, Fortaleza, 2003.

\_\_\_\_\_. Stepped surfaces and palaeolandforms in the northern Brazilian “Nordeste”: constraints on

models of morphotectonic evolution. **Geomorphology**. n. 62, p. 89–122. 2004.

PILÓ, L. B. Geomorfologia cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 88-102, 2000.

PIMENTEL, F. V. **Reconstrução da precipitação sobre o Nordeste brasileiro em função das temperaturas da superfície do mar durante o Holoceno**. Dissertação (Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza. 2013. 94 f.

SALGADO, A. A. R. Superfícies de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Revista Geografias**, Belo Horizonte, n. 3, v. 1, p. 64-78, 2007.

SANTOS, J. M.; SALGADO, A. A. R. Gênese da superfície erosiva em ambiente semiárido - Milagres/BA: considerações preliminares. **Revista de Geografia**, Recife, UFPE, v. especial, p. 236-247, VIII SINAGEO, n.1, 2010.

ŠEBELA, S. Effects of earthquakes in postojna cave system. **Acta Carsologica**, v. 39, n. 3, p. 597-604, 2010.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.p. 408.

THORNBURY, W. D. **Principios de geomorfología**. Buenos Aires: Kapelusz, 1960.

TRAVASSOS, L. E. P. **Caracterização do carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2007. 95 f.

TRAVASSOS, L. E. P.; RODRIGUES, B. D.; TIMO, M. B. **Glossário conciso e ilustrado de termos cársticos e espeleológicos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2015. p. 65.

TRICART, J.; CARDOSO DA SILVA, T. Um exemplo de evolução karstica em meio tropical sêco: o mórro de Bom Jesus da Lapa (Bahia). **Boletim Baiano de Geografia**, Salvador, n. 5/6, p. 3-19, 1961.

VITTE, A. C. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. **Revista do Departamento de Geografia**, UNICAMP, Campinas, n.16, p. 105-118, 2005.

WANG, X.; AULER, A. S.; EDWARDS, R. L.; CHENG, H.; CRISTALLI, P. S.; SMART, P. L.; RICHARDS, D. A.; SHEN, C. C. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature**, v. 432, p. 740-743, 2004.

WAYLAND, E. J. Peneplains and some other erosional platforms, **Annual Report and Bulletin, Protectorate of Uganda Geological Survey**, Department of Mines, n. 1, 77–79. 1933.

XIMENES, C. L. Tejuçuoca: uma nova área espeleoturística no nordeste do Brasil. **InformAtivo SBE** - Sociedade Brasileira de Espeleologia, n. 90, p.22-23, jan./abr, 2005.

ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. (2011) Considerações sobre o Clima e a Hidrografia do Maciço de Baturité. In BASTOS, F. H. (org.) **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza: p. 61-75.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

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



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

