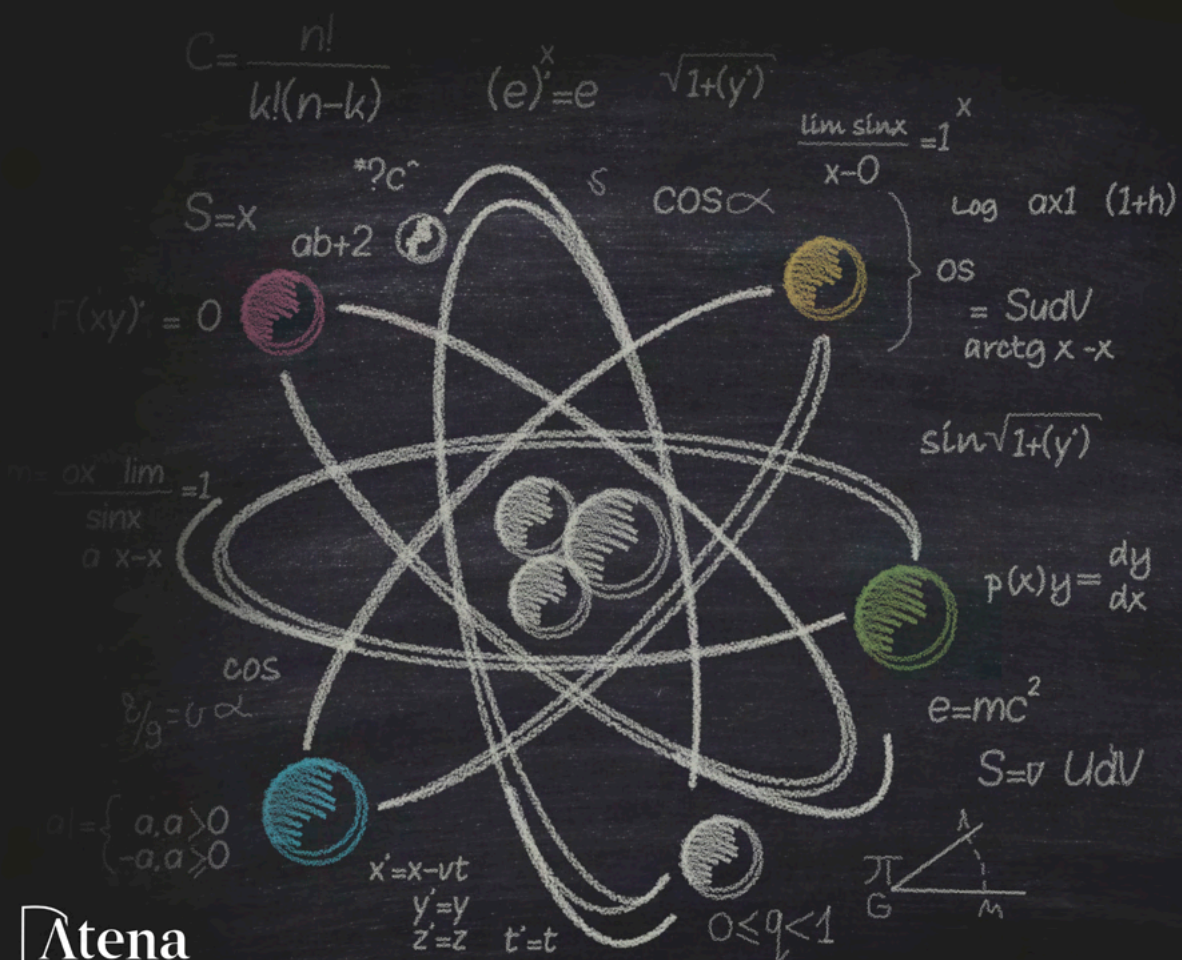


Francisco Odécio Sales
(Organizador)

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

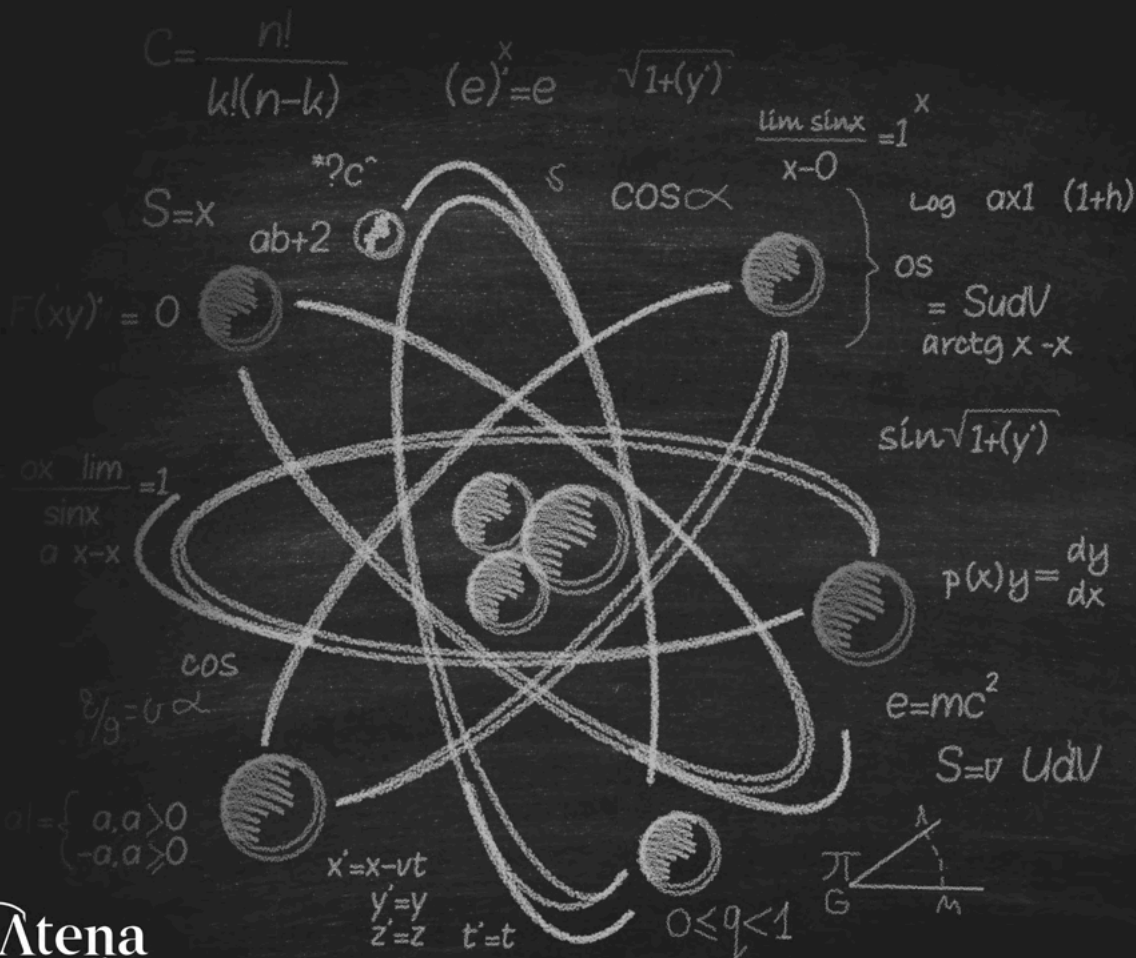
Observação, formulação e previsão 2



Francisco Odécio Sales
(Organizador)

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

Observação, formulação e previsão 2



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ciências exatas e da terra: observação, formulação e previsão 2

Diagramação: Bruno Oliveira
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: observação, formulação e previsão 2 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-993-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.933221104>

1. Ciências exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências exatas e da terra: Observação, formulação e previsão 2” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 20 capítulos. Esse 2º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que nos transitam vários caminhos das Ciências exatas e da Terra.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins correlatos ao locus cultural.

Temas diversos e interessantes são deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra a seguir apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A BNCC EM TEMPO DE ENSINO REMOTO DE FÍSICA


Mutumbua José Ferrão Manuel
Sermos Domingos da Conceição
Antonio Luan Ferreira Eduardo
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211041>

CAPÍTULO 2..... 6

A MINERAÇÃO E O USO DOS MINERAIS EM ELEMENTOS DO COTIDIANO: O COMPUTADOR


Rafaela Baldi Fernandes
Tháís Figueiredo de Pinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211042>

CAPÍTULO 3..... 18

ACELERANDO O ALGORITMO K-MEANS – PRINCIPAIS PROPOSTAS


Marcelo Kuchar Matte
Maria do Carmo Nicoletti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211043>

CAPÍTULO 4..... 29

AMBIENTES CÁRSTICOS: CRIPTOCARSTE OU EPICARSTE?


Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos
Cristiane Valéria de Oliveira
Joel Georges Marie Andre Rodet
Evelyn Aparecida Mecenero Sanchez
Gislaine Amorés Battilani
Ana Clara Mendes Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211044>

CAPÍTULO 5..... 42

ANÁLISE DOS ASPECTOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DE MACAPÁ-AP


Gabriel Brito Costa
Duany Thainara Corrêa da Silva
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211045>

CAPÍTULO 6..... 55

APLICANDO O DESIGN THINKING NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES


Jonnathan Alves Teixeira
Fellipe Henrique Alves de Paula
Reane Franco Goulart

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211046>

CAPÍTULO 7..... 61

AVALIAÇÃO DE DESGASTE ENTRE TINTA NATURAL E USUAL, COM BASE EM TINTA DE TERRA: MEDIÇÃO DE REFLETÂNCIA, UMIDADE E DESGASTE


Guilherme Silveira Simões
Raduan Krause Lopes
Jayne Carlos Piovesan
Leandro Nascimento Soares Silva
Henrique Figueiredo da Silva
Luiz Henrique Alves dos Santos
Daniel Oliveira de Lima
Daniel Rodrigues dos Silva
Beatriz Ferreira França
Mikaele Costa Lairana
Matheus Felipe Martins Gelpke
Ingridy Maria Duarte Cabral

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211047>

CAPÍTULO 8..... 71

CONTRIBUIÇÕES DO JOGO PARA A APRENDIZAGEM DOS NÚMEROS INTEIROS E ASPECTOS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO: UMA PRÁTICA COM ALUNOS DO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL


Silvana Cocco Dalvi
Adriana da Conceição Tesch
Andressa Côco Lozorio
Regiane Giori
Maria Carolina Salvador Callegario
Regina Célia da Silva
Erivelton Cunha
Sebastião Thezolin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211048>

CAPÍTULO 9..... 82

DESAFIOS DAS AULAS REMOTAS E DESAFIOS TECNOLÓGICO NO ENSINO DA FÍSICA

Faria Cusseta Samuel Francisco
Hamilton Francisco Catraio Nhime
Antonio Luan Ferreira Eduardo
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9332211049>

CAPÍTULO 10..... 87

DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO PARA ESTUDOS DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS, COM APLICAÇÃO NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Paulo Urbano Ávila
Luiz Carlos de Campos
Oscar João Abdounur


José Antonio Siqueira Dias
Manuel Antonio Pires Castanho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110410>

CAPÍTULO 11..... 108

EL ROL DEL CIUDADANO EN EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO, PARA CONSOLIDAR PROCESOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE


Leticia Peña Barrera
Herrera, L.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110411>

CAPÍTULO 12..... 118

ESTUDO DO MÉTODO DE LIOFILIZAÇÃO COMO ALTERNATIVA DE CONSERVAÇÃO DE LEITE FLUÍDO NO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DE REFERÊNCIA PARA ENSAIO DE PROFICIÊNCIA FÍSICO-QUÍMICO


Marina Zuffo
Maicon Rodrigo Zangalli
Joseane Cristina Bassani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110412>

CAPÍTULO 13..... 125

ESTUDOS ENVOLVENDO BASE DE SCHIFF EM SISTEMAS BIOLÓGICOS

Solange de Oliveira Pinheiro
Giovana Mouta Paiva
Micael Estevão Pereira de Oliveira
Daniela Ribeiro Alves
Guida Hellen Mota do Nascimento
João Batista de Andrade Neto
Wildson Max Barbosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110413>

CAPÍTULO 14..... 136

GEOPARQUE SERRA DO SINCORÁ: ESTÁGIO ATUAL DA CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM GEOPARQUE ASPIRANTE NA PORÇÃO CENTRAL DO ESTADO DA BAHIA

Renato Pimenta de Azevedo
Ricardo Galeno Fraga de Araujo Pereira






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110414>

CAPÍTULO 15..... 147

ILHAS DE CALOR URBANA NA CIDADE DE FLORIANÓPOLIS-SC A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT

Natacha Pires Ramos
Renato Ramos da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110415>

CAPÍTULO 16	159
O MIDDLEWARE EMSS: UMA ARQUITETURA DE FOG COMPUTING EM CIDADES INTELIGENTES	
Sediane C. L. Hernandez	
Marcelo Eduardo Pellenz	
Alcides Calsavara	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110416	
CAPÍTULO 17	174
PRÁTICA VIRTUAL: MAGNETOSTÁTICA	
Mutumbua José Ferrão Manuel	
Faria Cusseta Samuel Francisco	
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110417	
CAPÍTULO 18	185
PRÁTICA VIRTUAL: EFEITO FOTOELÉTRICO	
Faria Cusseta Samuel Francisco	
Mutumbua José Ferrão Manuel	
Aurélio Wildson Teixeira de Noronha	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110418	
CAPÍTULO 19	197
SEQUÊNCIA DE FIBONACCI: ALGUNS RESULTADOS E APLICAÇÕES NAS CIÊNCIAS NATURAIS	
Francisco Odécio Sales	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110419	
CAPÍTULO 20	205
UN ESTUDIO SOBRE EL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES QUE CURSAN LA MATERIA DE MATEMÁTICAS DOS HORAS DIARIAS EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA	
Alejandrina Bautista Jacobo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.93322110420	
SOBRE O ORGANIZADOR	211
ÍNDICE REMISSIVO	212

AMBIENTES CÁRSTICOS: CRIPTOCARSTE OU EPICARSTE?

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 17/03/2022

Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Engenharia Geológica
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0866233506189933>,
<https://orcid.org/0000-0002-5473-1330>

Cristiane Valéria de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Geografia
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8210497374767386>

Joel Georges Marie Andre Rodet

Universidade de Rouen / CNRS
Rouen – França
<http://lattes.cnpq.br/0554744443027274>

Evelyn Aparecida Mecenero Sanchez

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Engenharia Geológica
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0247474602058544>

Gislaine Amorés Battilani

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Engenharia Geológica
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3088593341452755>

Ana Clara Mendes Caixeta

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Engenharia Geológica
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7748233321934866>

RESUMO: A evolução do conhecimento sobre ambientes cársticos e sua dinâmica veio a partir de contribuições de diversas áreas do conhecimento, incluindo a geomorfologia, a hidrogeologia, e até mesmo a biologia. Com isso, ao revisar a literatura, percebe-se muitas vezes um desencontro entre os termos empregados em estudos do carste, seja por sobreposição de significados, seja por visões opostas. Neste sentido, o presente trabalho revisa dois termos específicos desta área, o epicarste e o criptocarste. Enquanto o primeiro é visto como a área epidérmica de contato entre a rocha e o solo e o aquífero suspenso, o segundo refere-se a todas as áreas que o solo, ou a alterita, ou ainda, o sedimento tenham contato com a rocha, mesmo aqueles setores que estejam dentro das cavidades. Este trabalho abarca uma visita ao histórico do significado de epi- e criptocarste, e dos processos geoquímicos envolvidos, bem como descreve detalhadamente o ambiente de formação do criptocarste. Ao final, conclui-se que o termo criptocarste deve ser preferido em detrimento do termo epicarste.

PALAVRAS-CHAVE: Criptocarste, epicarste, processos geoquímicos, solos, cobertura vegetal.

ABSTRACT: The evolution of the knowledge concerning karst and its dynamic came from contributions from diverse knowledge, including hydrogeology, geomorphology and even biology. Thus, in a revision of the literature, it is often seen a mismatch between the terms used in studies about karst, either by overlapping meanings or by opposing views. In this sense, the present

work reviews two specific terms in this area, the epikarst and the cryptokarst. While the first comprises the epidermal area of contact between rock and soil, and the suspended aquifer, the second refers to all areas that the soil, or the alterite, or even the sediment have contact with the rock, even within the so-established networks. The present work includes the history of the meaning of epi- and cryptokarst, and the geochemical processes involved in their establishment, as well as in detail the environment of cryptokarst formation. In the end, it is concluded that the term cryptokarst should be preferred over the term epikarst.

KEYWORDS: cryptokarst, epikarst, geochemical processes, soil, vegetal cover.

1 | INTRODUÇÃO

Carste é um termo usado, tradicionalmente, para definir ambientes desenvolvidos em rochas quimicamente solúveis, especialmente as carbonáticas, com porosidade secundária bem desenvolvida, morfologia específica e hidrologia subterrânea, cujo principal processo de formação é a dissolução. Porém, muitos pesquisadores, como Jennings (1985), White (1988) e Ford & Williams (2007), identificaram feições cársticas em rochas consideradas erroneamente insolúveis, como o quartzito, o arenito e rochas ígneas, o que tem gerado muita discussão acerca do tema. No entanto, independente do tipo de mineralogia, toda rocha é passível de processos geoquímicos, os quais podem gerar morfologias cársticas (Vasconcelos, 2014).

Ainda no que tange ao estabelecimento de um sistema cárstico, é importante destacar que a associação entre outros elementos, tais como tectônica, clima, hidrologia e vegetação, podem ampliar as condições para a atuação do intemperismo químico e gerar morfologias tipicamente cársticas, e, conseqüentemente levando ao estabelecimento de um sistema cárstico. No entanto, o principal fator para a evolução do carste não são os fatores acima descritos, mas, sim, os processos que se estabelecem entre eles, ou seja, a relação entre i) os processos geoquímicos, que geram material particulado (alteritas ou saprólitos) e hidrodinâmicos, e ii) a erosão hídrica, que irá retirar estas alteritas e formar os vazios característicos do carste subsuperficial (endocarste). Em outras palavras, são os processos químicos, aliados à erosão hídrica que definirão o desenvolvimento, ou não, do sistema cárstico no espaço e no tempo (Rodet, 2014, Vasconcelos, 2014).

Quando se fala em carste, ou mesmo em espeleologia, os ambientes que dividem este sistema, comumente são conhecidos como o exocarste, o endocarste e o epicarste. O criptocarste é um termo recém-cunhado e tem figurado em alguns textos como sinônimo de epicarste. No entanto, os termos epicarste e criptocarste foram criados com uma proposta específica, que talvez não se aplique ao carste como um todo. Portanto, este trabalho objetiva revisar o significado destes termos, discutindo a terminologia mais adequada ao seu uso e fazendo uma visita a exemplos distribuídos pelo mundo.

2 | A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE AMBIENTES CÁRSTICOS DO EPICARSTE

Epicarste, cujo prefixo *epi-* significa camada mais exterior, remete ao significado de epiderme ou zona subcutânea. Conforme Bakalowicz (2012), o conceito de epicarste foi proposto entre 1973 e 1975 por A. Mangin, herdado das práticas de campo de biólogos de águas subterrâneas, que consideraram que as zonas saturadas suspensas deveriam existir dentro da zona de percolação temporária, ou seja, a zona de infiltração ou zona vadosa. O objetivo era observar a microfauna aquática, em especial artrópodes da suclasse *Copepoda*, nas águas que escorriam das estalactites em cavernas rasas. Devido à diversidade observada e a abundância da fauna, concluíram que deveria existir um lençol freático local, permanentemente suspenso, alguns metros abaixo da superfície do solo, o chamado epicarste. Na esteira deste conhecimento, Mangin estabeleceu o que hoje é conhecido como epicarste, atendo-se ao aquífero e aos processos que ali se desenvolvem com uma visão direcionada para a hidrogeologia.

Posteriormente, esse conceito passou a ser usado para zonas saturadas suspensas, situadas no interior da parte superficial do carste, que armazena uma parte da água infiltrada, o chamado aquífero epicárstico. Desta forma, epicarste é, nessa visão, uma generalização do conceito do aquífero epicárstico (figura 1). É a parte rasa, superficial de áreas cársticas, que com a ação do clima, das raízes das árvores, e de processos estruturais, tem ampliadas as fendas de rochas, criando uma zona de maior permeabilidade e porosidade sobre o maciço, sobretudo carbonático, porém aplicável a qualquer litologia, onde ocorrem algumas finas fissuras e fendas verticais (Bakalowicz, 2012).

Rodet (2002) descreveu o epicarste como sinônimo do carste de introdução, domínio em que as águas são introduzidas em direção ao nível de base e onde se desenvolvem morfologias características como abismos, dolinas, sumidouros e lapiás, outro conceito também ligado a água.

Jones e colaboradores (2004) trouxeram, em seu trabalho, um conceito mais simplista, que restringe o limite de estudo do epicarste, definindo-o como uma fina camada de cobertura do solo, uma zona intemperizada no contato da rocha com o solo. Isso não é necessariamente verdade, já que a cobertura sobre o carste pode alcançar vários metros de profundidade, dependendo das condições do ambiente local.

Ford & Williams (2007) e Palmer (2007) complementam o conceito em uma perspectiva semelhante ao de Piló (1998). Os autores incluíram condicionantes litológicos, como as fissuras nas rochas e os processos geoquímicos, descrevendo o epicarste como uma zona subcutânea constituída pela porção superior da rocha subjacente, coberta por material inconsolidado, contendo uma rede de fissuras alargadas por processos cársticos.

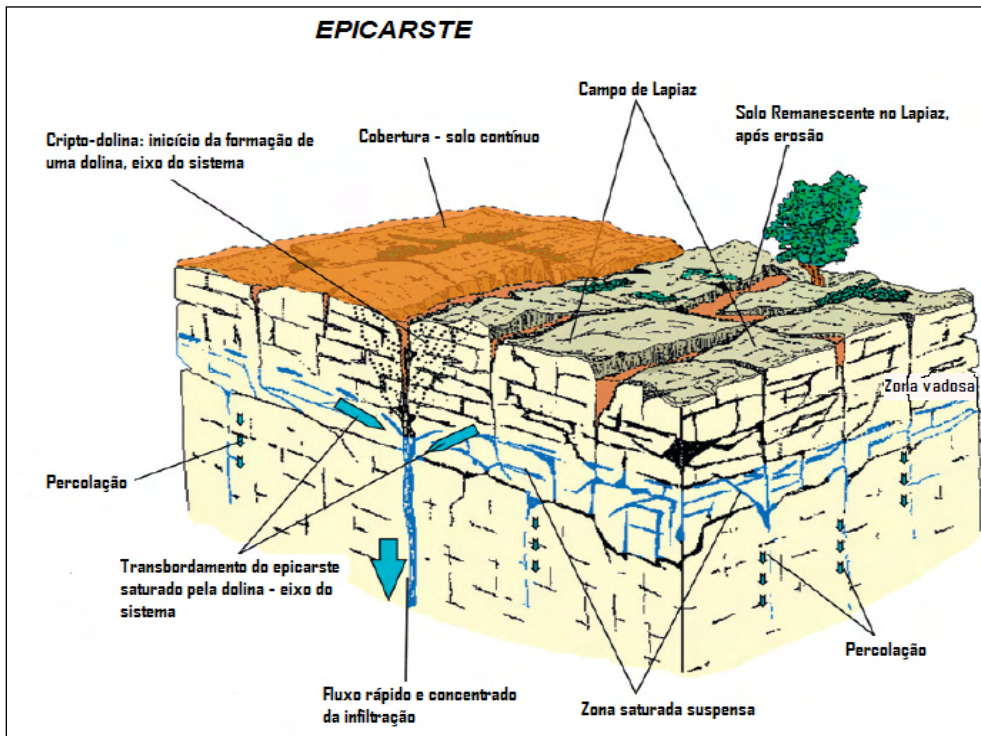


Figura 1: Desenho esquemático do epicarste, mostrando feições relacionadas e movimento da água. (adaptado de Bakalowicz, 2012).

O próprio Williams (2008) considerou o epicarste como a área logo acima da zona vadosa, que, por sua vez é a porção superficial da rocha, situada entre a superfície do terreno e o topo do aquífero, onde a água circula livremente pelos condutos, pela ação da gravidade. A zona vadosa no carste compreende o solo, quando presente, a zona epicárstica e a zona de transmissão (figura 2).

Já Klimchouk (2004) considerou que as dolinas são a parte mais superficial do carste e fazem parte do epicarste, enquanto Bakalowicz (2012) restringe o epicarste às áreas onde possa ocorrer o armazenamento de água próximo à superfície, e o entende pelo seu funcionamento hidrológico global e pelos processos típicos que ocorrem, não o descrevendo baseado apenas pelas morfologias superficiais, como os campos de lapiás e suas possíveis coberturas. A partir dessa discussão é possível verificar a oscilação do conceito de epicarste, que, com o passar dos anos, tem se adequando à área de atuação do profissional, que em muitos casos, torna seu limite de abrangência flutuante.

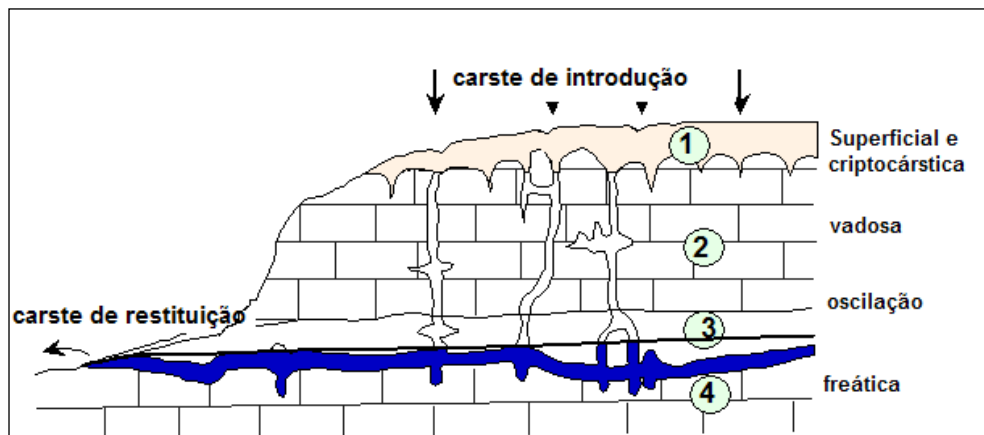


Figura 2: Perfil esquemático do sistema cárstico mostrando a dinâmica da água entre o carste de introdução e o de restituição: 1 - zona superficial e criptocárstica, onde a água escoia superficialmente ou percola pelo solo, 2 - zona vadosa, onde a água circula livremente pelos condutos, sob a ação da gravidade; 3 - zona de oscilação do nível freático, onde os condutos apresentam-se alternadamente seco e inundado; 4 - zona freática, onde os condutos estão totalmente ocupados. (Adaptado de Piló, 1998).

Para o hidrogeólogo, o epicarste é tudo o que fica acima da zona freática, enquanto que para o carstólogo, o epicarste é a parte superior do endocarste, acima do carste profundo, outros consideram apenas a região de contato da cobertura com a rocha, e, por fim, para os biólogos, a área de atuação dos organismos.

31 A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE AMBIENTES CÁRSTICOS DO CRIPTOCARSTE

O criptocarste não é um termo tão em uso no Brasil uma vez que foi trazido recentemente por pesquisadores que trabalharam no exterior (Hardt, 2011, Vasconcelos, 2014). No entanto, o termo aparece em pequenas menções a uma zona de *criptocorrosão*, como em Bigarella et al. (1994), na descrição e discussão dos ambientes cársticos, descrevendo-o como uma área onde acontecem os processos de dissolução e alteração, logo abaixo da cobertura, seja pedológica, residual ou sedimentar.

O uso do termo criptocarste vem do grego *kryptós*, que significa oculto, escondido, fazendo menção à área abaixo de uma cobertura. Nas referências internacionais, o emprego do termo já é usual, mesmo que o epicarste continue presente em textos científicos atuais (White & Culver, 2012). O número de autores que discutem o criptocarste em algum momento de seu artigo ou como assunto principal é crescente, como em Rodet (1992, 2002, 2012 e 2014), Pellegrin (1997), Marsico et al. (2003), Choppy (2008), Hardt (2011).

Nos textos mais recentes, Rodet (2012) fez relação com as formas desenvolvidas no carste de introdução, incluindo as morfologias características do criptocarste. Considerou-o como uma área de contato entre o topo do substrato sólido com a cobertura móvel (figura

3), onde se desenvolvem processos essencialmente geoquímicos de intemperismo, como a lixiviação e a hidrólise, associados à ação dos organismos. Neste mesmo trabalho, o autor fez uma associação entre a dinâmica da água e os processos resultantes. A água penetra na rocha e percola até onde a porosidade permite, barrada pela pressão da rocha ou por um contato impermeável, favorecendo o seu movimento lateral em direção a um local de saída, o carste de restituição.

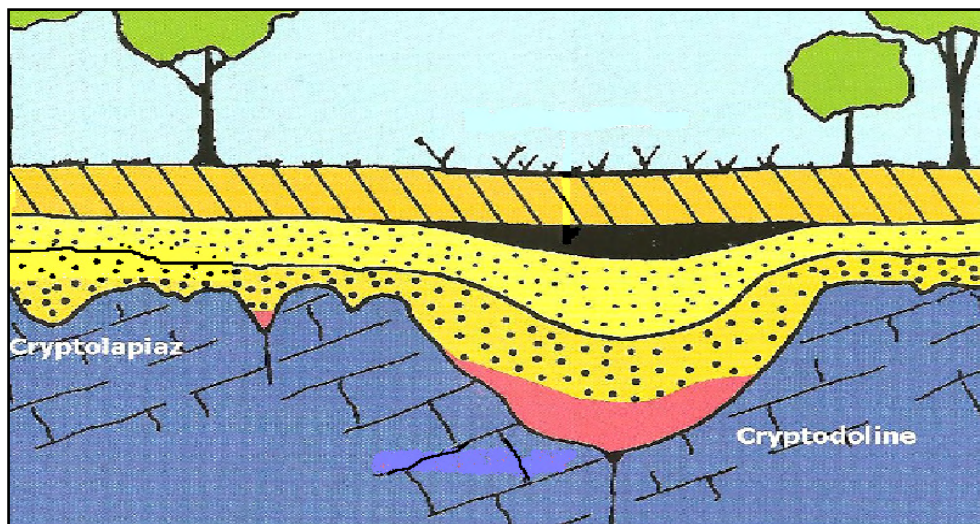


Figura 3: Perfil esquemático do criptocarste – interações entre solo e a rocha. Cryptolapiaz – criptolapiás; cryptodoline – criptodolina. (Adaptado de Quinif, 2010).

Em seu trabalho, Vasconcelos (2014) entende o criptocarste como a zona de contato imediato, logo abaixo do solo com a rocha, ou ainda zonas do endocarste, onde a rocha tenha contato com sedimentos que tenham entupido uma cavidade, ou a própria alterite ou saprólito (figura 4). Estes materiais possibilitam o armazenamento da água e as trocas geoquímicas com a rocha, promovendo uma série de reações químicas, entre elas a mais comum nas rochas carbonáticas, a dissolução, além das atividades orgânicas, que atuam conjuntamente, tornando viável a ação dos processos geoquímicos, e possibilitando o desenvolvimento de morfologias típicas deste ambiente coberto (formas arredondadas – figura 5). Em resumo, é o criptocarste que permite a formação e evolução iniciais do endocarste e do exocarste.

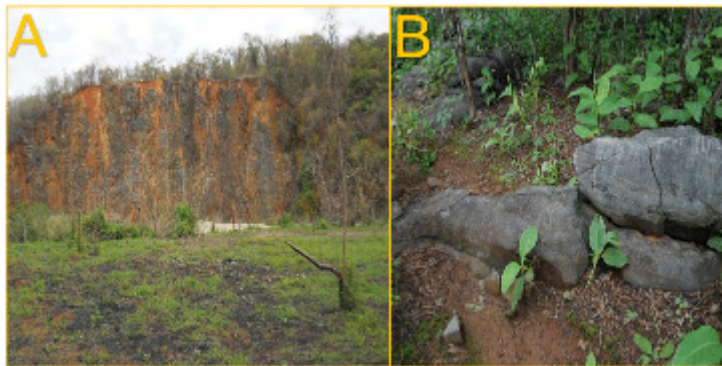


Figura 4a: Contato entre rocha carbonática e solo com vegetação – criptocarste; é possível observar os pontos de introdução através da rocha possibilitados pelo contato com o solo – o criptocarste – na localidade de Pedro Leopoldo, MG. (Foto de Joel Rodet, 2018); Figura 4b: Morfologia rochosa com feições suaves e arredondadas típicas do criptocarste. Área próxima à gruta do Pau-ferro, em Monjolos, MG. (Foto de Alessandra Vasconcelos, 2012).

4 | EPICARSTE VS CRIPTOCARSTE - A DINÂMICA DO CRIPTOCARSTE

A presença de uma cobertura de solo e vegetal sobre as rochas condiciona diretamente a dinâmica da infiltração e a carstificação. Ela tem um papel fundamental na carstificação, influenciando na porosidade e na permeabilidade, controlando a infiltração e armazenagem da água, podendo prolongar a dissolução. Além disso, a cobertura é um habitat de vários microrganismos que geram dióxido de carbono (CO_2), pela respiração e são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (Hardt, 2004, Williams, 2008).

De acordo com Williams (2008), o desenvolvimento da porosidade e da permeabilidade no criptocarste se deve ao fato da dissolução das rochas ocorrer primeiramente na superfície, devido à proximidade com a principal fonte de produção de CO_2 no solo e com os agentes intempéricos. A eficácia do ataque da corrosão diminui gradualmente com a distância da fonte de CO_2 superficial. O resultado disto é que a rede de fissuras por onde a água passa é alargada por dissolução perto da superfície, mas diminui gradualmente em extensão e frequência com a profundidade.

Em seu estudo, Jaillet (1999) observou que tanto o solo, quanto a vegetação, têm um papel fundamental na infiltração através de duas dinâmicas, uma rápida e outra lenta. No período chuvoso, o escoamento superficial é muito importante e resulta da presença de horizontes argilosos (impermeabilizantes nesta região). Ao entrar em contato com a rocha subjacente, a água se infiltra nos sumidouros que se caracterizam como os acessos aos abismos e ao endocarste. Esta é uma infiltração rápida, ligada diretamente às precipitações, e portanto, ao clima. Por outro lado, parte da precipitação infiltra mais lentamente no solo, formando um aquífero acima do carste. Isso ocorre porque a porosidade e a permeabilidade diminuem com a profundidade, chegando até a rocha. Após as chuvas, parte dessa água que percola fica retida perto da base do criptocarste, produzindo um aquífero criptocárstico

(Williams, 2008)¹. O solo ainda é fonte de ácidos orgânicos gerados pela decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos, que ajudarão na dissolução em superfície, dando início ao processo de carstificação. Dentro das cavidades, a formação de alterita (ou em cavernas entupidas por sedimentos que estão em contato constante com as rochas) nas paredes e tetos formam reservatórios de água que alteram pouco a pouco a rocha promovendo os intercâmbios geoquímicos responsáveis por frentes de progradação, ampliando ainda mais a alterita, que com o tempo, pode ser retirada pela erosão hídrica abrindo um conduto, ou parte de uma cavidade (Figura 6).



Figura 6 - Alterita formada na parede dentro da Gruta Monte Cristo, Diamantina - MG, carregada de umidade vinda de um curso hídrico paralelo a mesma. (Autor: Alessandra Vasconcelos, 2014).

Parte da água armazenada emerge por pequenas ressurgências, alimentando os córregos endorreicos de superfície, antes de chegar aos sumidouros. Outra parte dessa água transita dentro de toda a cobertura e alcança diretamente as rochas. Essas dinâmicas de infiltração mostram o papel da cobertura sobre o carste (Jaillet, 1999): 1- de concentração do escoamento acima dos pontos de absorção; 2- de armazenamento e de restituição atrasada de uma parte deste escoamento, via os lençóis suspensos na cobertura.

Os solos, por apresentarem agregação, possuem poros capazes de reter umidade, mantendo a água disponível durante o ano inteiro, mas canalizando o fluxo no período

¹ Segundo Williams (2008), o aquífero epicárstico pode apresentar alta capacidade de armazenamento, se distinguindo da zona vadosa porque essa funciona como uma área de transmissão da água. Aqui optaremos pelo termo criotocárstico.

de intumescência hídrica. Este papel fundamental condiciona a existência e a localização do carste sob cobertura, com o contato litoestratigráfico. A variação desses elementos no tempo, e no espaço contribui para o avanço da frente de carstificação (Jaillet, 1999).

Auler et al. (2005) corroboram o estudo de Jaillet (1999), quanto à importância da dinâmica da água no criptocarste. Quando o solo fica saturado, a água é drenada para baixo pela ação da gravidade, atingindo a superfície da rocha. A saturação do solo acima da rocha frequentemente ocorre devido à baixa capacidade de infiltração, permitindo o fluxo lateral ao longo do contato e o desenvolvimento de área de dissolução acelerada no criptocarste. Essa dinâmica faz do criptocarste o principal responsável pelo rebaixamento do carste regional.

A partir de estudos no carste de Lagoa Santa, Piló (1998) propôs um modelo para a drenagem interna dos solos das médias e altas vertentes, semelhante à proposta de Jaillet (1999): 1- predominantemente vertical e rápida nos horizontes vermelhos (hidrólise rápida); 2- circulação lateral e mais lenta nos horizontes amarelados (hidrólise lenta) em contato com a rocha.

A água infiltrada na cobertura e retida no aquífero superficial é responsável pelo desenvolvimento de espeleotemas no endocarste, e pelas morfologias arredondadas típicas desenvolvidas no criptocarste.

Além da dinâmica da água, outro fator importante no criptocarste é a matéria orgânica acumulada, que ao ser decomposta pelos microrganismos, gera ácidos orgânicos, que juntamente com o CO_2 que é o principal agente de dissolução da rocha, principalmente nos carbonatos, tem forte atuação nos processos do criptocarste. As depressões cársticas (dolinas) são iniciadas pela drenagem do armazenamento criptocárstico, através das águas que escoam pelos condutos verticais.

O criptocarste é responsável pelo armazenamento e dispersão do CO_2 nos aquíferos cársticos. Ele funciona como um reservatório de CO_2 , recarregando lentamente a zona de infiltração. Durante esse processo, o CO_2 gerado pelas bactérias, a partir da decomposição da matéria orgânica torna a água da área potencialmente ácida, favorecendo a dissolução da rocha em subsuperfície.

Portanto, o armazenamento de CO_2 no criptocarste é um mecanismo essencial para o desenvolvimento do carste, tanto em superfície, como em profundidade. Seu funcionamento determina a distribuição espacial da rocha dissolvida, não só na superfície do solo, mas também em subsuperfície. Os condutos verticais são ampliados perto da superfície como depressões fechadas, formando um eixo no sistema de dolina. Isso permite a introdução da água acidulada dissolvendo a rocha em várias profundidades, de tal forma que as fraturas sejam alargadas até transformarem-se em condutos, processo básico para o desenvolvimento das cavernas.

Na parte superior do sistema, a água armazenada no criptocarste lentamente dissolve a rocha poucos metros abaixo do solo, aprofundando as fraturas e fissuras,

gerando morfologias cársticas, como criptodolinas e criptolapiás em subsuperfície (figura 7). As fraturas alargadas podem armazenar sedimentos, resíduos da dissolução das rochas, ou ainda resultado da erosão da chuva, do vento e do escoamento concentrado, formando os campos de lapiás, que podem ou não estar cobertos por solos e plantas.

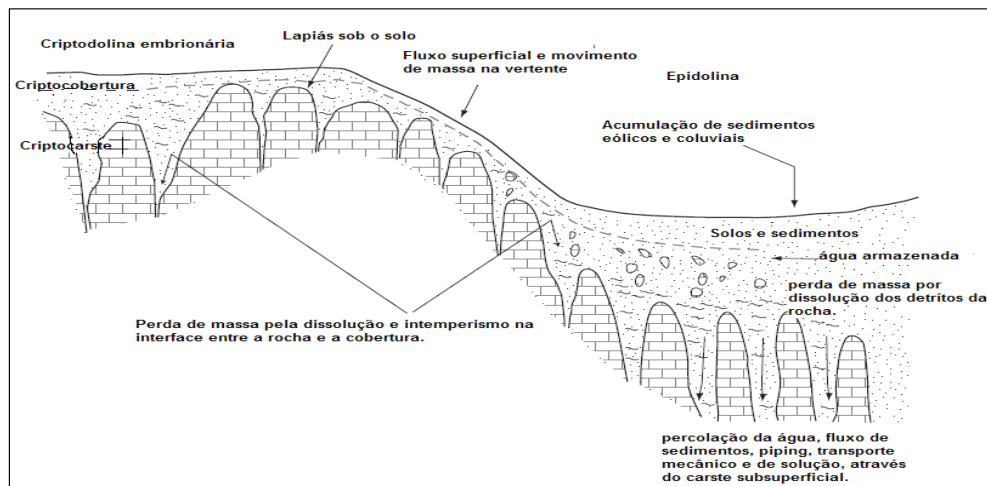


Figura 7: Perfil esquemático mostrando o desenvolvimento das formas sobre cobertura, características do criptocarste. (Adaptado de Sauro, 2012).

Tendo em vista o significado do termo criptocarste, sua dinâmica de formação e seu papel no sistema cárstico, percebe-se que se trata de um conceito mais abrangente que o epicarste, correspondendo a uma área onde ocorre o contato entre a rocha e o solo, a alterita, e os sedimentos, os quais podem entupir uma cavidade, independente da localização, seja na zona epidérmica, nas raízes de introdução (*input karst*), no endocarste ao contato com o preenchimento, ou no primocarste. Já o epicarste é uma zona subcutânea formada pelo contato entre a porção superior da rocha contendo uma rede de fissuras, coberta pelo solo com diferentes teores de matéria orgânica e que reserva água, sendo responsável pelos processos cársticos. As áreas de contato entre materiais inconsolidados - solo, alterita, sedimento - são responsáveis pela formação do carste, pois é ali que a água consegue ter tempo para atuar sobre a rocha e alterá-la quimicamente. Desta forma, o epicarste é um conceito que considera uma parte deste processo, subsuperficial, mas relativamente paralela à superfície. Por este motivo, considera-se mais pertinente o uso do termo criptocarste, já que este abrange desde a área descrita pelo epicarste, como todas as áreas dentro das cavidades que tenham contato com material inconsolidado, que possam reservar água.

O criptocarste é responsável pelos processos de entrada do fluxo concentrado de água no substrato, pelas alterações da rocha e pela ligação com o sistema de restituição (*output karst*). A carstificação no criptocarste é possível devido à ação do solo, que funciona

como uma bacia de armazenamento de água, possibilitando a ação lenta e concentrada da água sobre a rocha, promovendo os intercâmbios geoquímicos impreteríveis para o desenvolvimento do carste.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O epicarste é um conceito tradicional utilizado como zona epidérmica, a área de entrada da água no carste, e muitas vezes sinônimo de aquífero cárstico, ou aquífero suspenso, responsável pela abertura das fissuras da rocha e da entrada gradativa da água e, portanto, do início do processo de carstificação. Porém, esse conceito não explica todo o processo de carstificação, ele deixa várias partes descobertas. Assim surgiu o conceito do cripcarste.

O criptocarste é a área onde ocorre o contato entre o solo, ou alterita, ou sedimentos, e o substrato rochoso, independente da localização, seja na zona epidérmica, nas raízes de introdução (input karst), no endocarste ao contato com o preenchimento (qualquer material inconsolidado), ou no primocarste. O criptocarste é responsável pelos processos de entrada do fluxo concentrado de água no substrato, pelas alterações da rocha e pela ligação com o sistema de restituição (output karst). A carstificação no criptocarste é possível devido à ação do solo, que funciona como uma bacia de armazenamento de água, possibilitando a ação lenta e concentrada da água sobre a rocha, promovendo os intercâmbios geoquímicos impreteríveis para o desenvolvimento do carste. O solo ainda é fonte de ácidos orgânicos gerados pela decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos, que ajudarão na dissolução em superfície, dando início ao processo de carstificação. É portanto, o conceito que completa a ideia de como o processo de carstificação ocorre desde a zona epidérmica, até as profundezas das cavidades, no próprio endocarste.

REFERÊNCIAS

- AULER, A. S.; PILÓ, L. B.; SAADI, A. (2005) Ambiente Cárstico *In*: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. **Quaternário no Brasil**, Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 415 – 430.
- BAKALOWICZ, M. (2012). Epikarst. *In*: WHITE, W. B., CULVER, D. C. (2012). **Encyclopedia of caves**. 2ª ed., Academic Press, USA, 962 p.
- BIGARELLA, J. J., BECKER, R. D., SANTOS, G. F.(1994). **Estrutura das paisagens tropicias e subtropicais**. Vol. 1, Eitora da UFSC, Florianópolis, 425 p.
- CHOPPY, J. (2008) **Pourquoi se creusent les grottes?** *Karstologia Mémoires*, n°16, Choppy, Paris, 188 p.
- FORD, D.; WILLIAMS, P. (2007) **Karst hydrogeology and geomorphology**. John Wiley & Sons Ltd, England, 578 p.

- HARDT, R. (2004) **Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcário – Cocalinho – MT.** Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 98 p.
- HARDT, R. (2011). **Da carstificação em arenitos. Aproximação com o suporte de geotecnologias.** Tese de doutoramento, Universidade Estadual Paulista – Université de Rouen, Rio Claro, 224 p.
- JAILLET, S. (1999) Recul de couverture et karstification dans un karst couvert de bas plateaux: le Barrois (Lorraine / Champagne - France), **Colloque Karst-99**, Laboratoire de Géographie de l'Université de Savoie, France, 20 p.
- JENNINGS, J. N. (1985) **Karst geomorphology**. Basil Blackwell, Oxford, 293 p.
- JONES, W. K.; CULVER, D. C.; HERMAN, S. (Eds.), (2004) **Epikarst.**, WV: Karst Waters Institute, Special Publication 9, Charles Town, 160 p.
- KLIMCHOUK, A.B. (2004). Towards defining, delimiting and classifying epikarst: Its origin, processes and variants of geomorphic evolution. *In: Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers 2* (1), www.speleogenesis.info, 13 pages, re-published (modified) from: Jones, W.K., Culver, D.C. and Herman, J. (Eds.). (2004). **Epikarst**. Proc. of the symposium held October 1 through 4, 2003 Sheperdstown, West Virginia, USA. Karst Water Institute special publication 9, 23-35.
- MANGIN, A. (1973). Sur la dynamique des transferts en aquifère karstique. Proceedings of the 6th International Congress of Speleology, Olomouc, III, Canada, (in French), p. 157-162. *In: BAKALOWICZ, M.* (2012). **Epikarst**. *In: WHITE, W. B., CULVER, D. C.* (2012). **Encyclopedia of caves**. 2^a ed., Academic Press, USA, 962 p.
- MARSICO, A., SELLERI, G., MASTRONUZZI, G., SANSÒ, P., WALSH, N. (2003). Cryptokarst: a case-study of the quaternary landforms of southern apulia (southern italy), **Acta Carsologica**, 32/2, Ljubljana, p. 147-149.
- PALMER, A. N. (2007). **Cave geology**. Dayton, OH: Cave Books
- PELLEGRIN, J. C. (1997) **Un exemple de cryptokarste em région tempérée: Le Karste de Casteljaloux (Lot-et-Garonne). Géomorphologie – Hydrochimie**, Thèse de doctorat de Géographie Physique, Université Michel de Montaigne, Bordeaux 3, 247 p.
- PILÓ, L.B. (1998) **Morfologia cárstica e materiais constituintes: Dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú - Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais.** Tese de Doutorado, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo: 269p.
- QUINIF, Y. (2010) Fantomes de roche et fantomisation. **Karstologia Mémoires** 18, França, 184 p.
- RODET, J. (2002) Le karst, milieu conservateur. *In: MISKOVSKY, J. C.* (Org.) **Géologie de La Préhistoire: méthodes, techniques, applications**. Association pour l'étude de l'environnement géologique de la préhistoire, Paris, 1520 p.
- RODET, J. (2012) **Prémices d'une approche géoarchéologique et karstologique de la région de Jequitai, Minas Gerais, Brésil.** EuReKarst-CNEK-CNRS/Université de Rouen, 62 p.

RODET, J. (2014). The primokarst, former stages of karstification, or how solution caves can born, **Geologica Belgica** [En ligne], volume 17, 58-65 URL: <https://popups.uliege.be/1374-8505/index.php?id=4390>.

SAURO, U. (2012) Closed depressions In karst áreas. *In*: WHITE, W. B., CULVER, D. C. **Encyclopedia of caves**. Academic Press, USA, 962 p.

VASCONCELOS, A. M. C. (2014). **O criptocarste como interface entre o solo e o substrato rochoso: comparação entre os ambientes siliciclástico e o carbonático na região entre Rodeador e Diamantina – Mg**. Tese de doutorado, Orientação Dra. Cristiane Valéria de Oliveira, Coorientação Dr Joel Rodet, UFMG – Programa em Geografia e análise ambiental, sanduiche com a universidade de Rouen – FR; Belo Horizonte, 152 p.

WILLIAMS, P. W. (2008) The role of the epikarste in karst and cave hydrogeology: a review. **International urnal of Speleogy**, 37 (1), Bologna (Italy), p. 1 -10.

WHITE, W. B. (1988) **Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains**. Oxford University Press, New York, 98 p.

WHITE, W. B., CULVER, D. C. (2012). Cave Definition. *In*: WHITE, W. B., CULVER, D. C. (2012). **Encyclopedia of caves**. 2ª ed., Academic Press, USA, 962 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 128, 130, 131, 132, 134, 137

Agrupamentos 18, 19, 23, 24

Ahorro 110, 111, 112, 113, 114, 116, 118, 119

Aprendizado de máquina 18

Aproveitamento de resíduos sólidos 63

Atividade antifúngica 127, 132

B

BNCC 1, 2, 3, 4, 5, 81

C

Cobertura vegetal 29, 150

Covid-19 1, 2, 3, 84, 85, 139, 146, 147, 148, 177

Criptocarste 29, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41

D

Desafios tecnológicos 84

Desempenho acadêmico 208, 210, 211, 212

Desenvolvimento humano 73, 74, 80, 82

Design thinking 55, 56, 57, 58, 60, 61, 90

Desigualdade triangular 18, 23, 24, 25, 27

E

Educação matemática 74

Engenharia de software 56, 57, 60

ENOS 42, 44, 48

Ensino de engenharia 107

Ensino de física 1, 2, 4, 88, 90, 98, 109

Ensino remoto 1, 2, 3, 4, 5, 84, 177, 188

Epicarste 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39

Estudantes universitarios 208

F

Ferramentas tecnológicos 177, 188

Física 1, 2, 3, 4, 5, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 98, 101, 102, 105, 106, 108, 109, 150, 164, 168, 177, 185, 187, 188, 192, 199

Física experimental V 177, 188

G

Geoconservação 139, 144, 149

Geologia 139, 141, 143, 146, 149

Geoparque 139, 140, 141, 144, 145, 146, 147, 148, 149

Geossítios 139, 142, 143, 144, 149

Gestión social 110

I

Inovação 55, 56, 61, 89, 108

Inovação das ideias 55

J

Jogo matix 74

K

K-means 18, 26, 27

L

Leite 120, 121, 122, 124, 126

Liofilização 120, 121, 122, 123, 126

M

Magnetostática 177, 178, 179, 180, 187

Matemáticas 208, 209, 210, 211, 212

Material de referência 120, 121, 126

Mudanças climáticas 42, 44, 53

N

Números inteiros 73, 74, 75, 77, 78, 81, 82

P

Pesquisa 19, 20, 44, 71, 74, 75, 83, 86, 88, 89, 90, 105, 107, 109, 131, 132, 180, 182, 200

Pobreza energética 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Potencial antioxidante 128, 132

Processos geoquímicos 29, 30, 31, 34

S

Sincorá 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

Solos 29, 36, 37, 38, 64, 71

Superfície urbana 150

Sustentabilidade 63

T

Temperatura por satélite 150

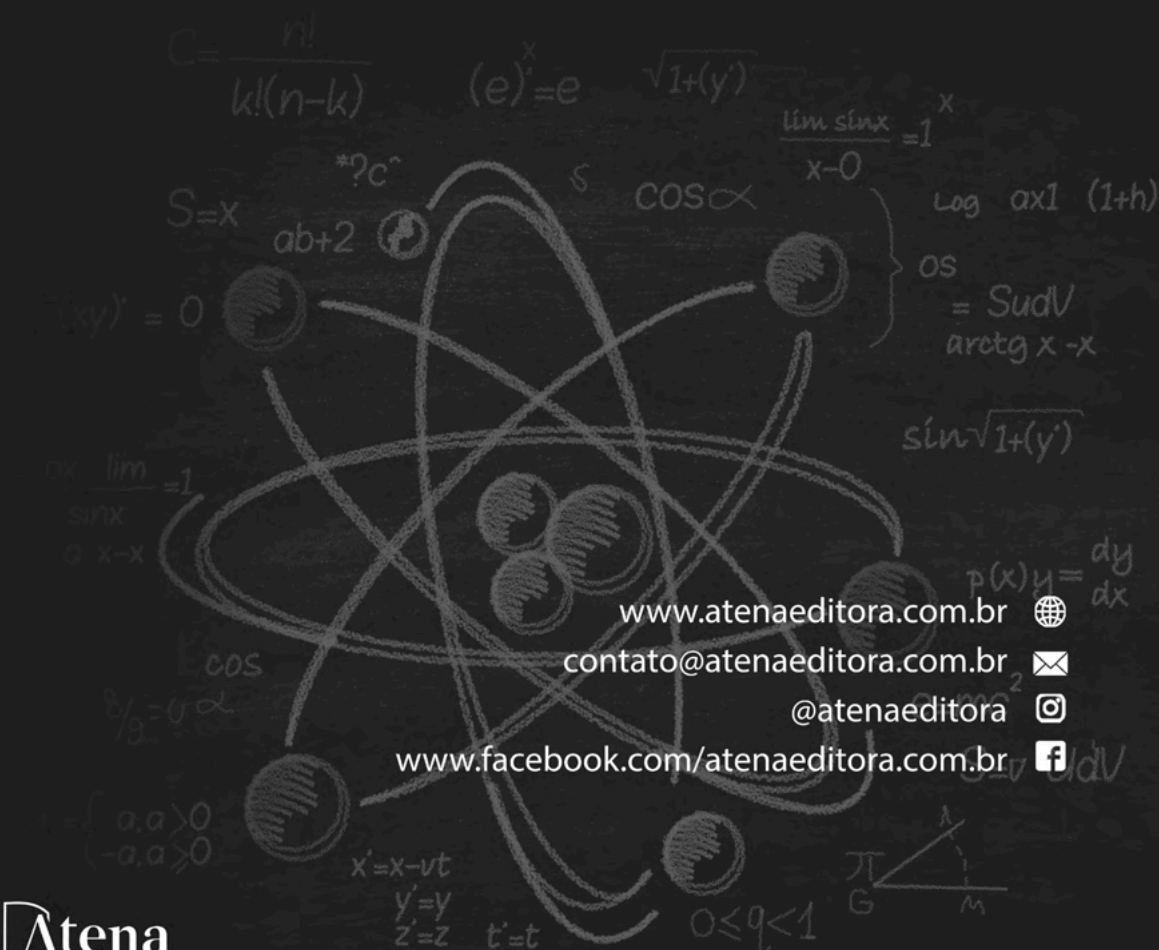
Tintas naturais 63, 64, 65, 71

U

Urbanização 42, 46, 150, 160

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

Observação, formulação e previsão 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 


@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

CIÊNCIAS EXATAS e da terra:

Observação, formulação e previsão 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 