

Editora
**SER
TÃO
CULT**



TESOUROS PATRIMONIAIS SÍTIOS PALEONTOLÓGICOS DO NOROESTE CEARENSE

MARIA SOMÁLIA SALES VIANA
THIAGO DE ALBUQUERQUE LIMA
WELLINGTON LAVOR FERREIRA
PAULO VICTOR DE OLIVEIRA
REBECA SALES VIANA
LUIZ ANTONIO ARAÚJO GOLÇALVES

Sobral-CE
2023

Editora

**SER
TÃO
CULT**

Tesouros Patrimoniais: Sítios Paleontológicos do Noroeste Cearense

© 2023 copyright by: Maria Somália Sales Viana, Thiago de Albuquerque Lima, Wellington Lavor Ferreira, Paulo Victor de Oliveira, Rebeca Sales Viana, Luiz Antonio Araújo Golçalves.

Impresso no Brasil/Printed in Brazil



Editora
**SER
TÃO
CULT**

Rua Maria da Conceição P. de Azevedo, 1138
Renato Parente - Sobral - CE
(88) 3614.8748 / Celular (88) 9 9784.2222
contato@editorasertaocult.com
sertaocult@gmail.com
www.editorasertaocult.com

Coordenação Editorial e Projeto Gráfico

Marco Antonio Machado

Coordenação do Conselho Editorial

Antonio Jerfson Lins de Freitas

Conselho Editorial

Alberto Pereira Lopes
Carlos Alberto de Vasconcelos
Iapony Rodrigues Galvão
Otávio José Lemos Costa
Paulo Rogério de Freitas Silva
Sandra Liliana Mansilla
Telma Bessa Sales
Wendel Henrique Baumgartner

Revisão

Karoline Viana Teixeira

Diagramação e capa

João Batista Rodrigues Neto

Catálogo

Leolgh Lima da Silva - CRB3/967



T337 Tesouros patrimoniais: sítios paleontológicos do noroeste cearense. / Maria Somália Sales Viana, Thiago de Albuquerque Lima, Wellington Lavor Ferreira et al. Sobral CE: Sertão Cult, 2023.

104p.

ISBN: 978-65-5421-055-3 - e-book em pdf

ISBN: 978-65-5421-054-6 - papel

Doi: 10.35260/54210553-2023

1. Patrimônio cultural - Ceará. 2. Ceará-História. 3. Ceará- Paleontologia. I. Viana, Maria Somália Sales. II. Lima, Thiago de Albuquerque. III. Ferreira, Wellington Lavor. IV. Oliveira, Paulo Victor de. V. Viana, Rebeca Sales. VI. Gonçalves, Luiz Antônio Araújo. VII. Título.

CDD 560



Este e-book está licenciado por Creative Commons
Atribuição-Não-Comercial-Sem Derivadas 4.0 Internacional



Lista das figuras

Fig. 01 – Fóssil de uma tartaruga, proveniente da Bacia do Araripe (Ceará), com idade de cerca de 120 milhões de anos, exposto no Museu da Geodiversidade (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Foto: M. S. S. Viana.

Fig. 02 – Sítio paleontológico chamado Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurios – Ourém, em Portugal. Foto: M. S. S. Viana.

Fig. 03 – Coluna do Tempo Geológico Fonte: Viana, 2018.

Fig. 04 – Painel interpretativo em um dos sítios arqueológicos no Parque Nacional da Serra da Capivara, mostrando mapa com algumas opções de trilhas. (Foto: M. S. S. Viana).

Fig. 05 – Sítio Paleontológico do Zipu (Reriutaba) com uma turma de formação de professores (PARFOR/CAPES/UVA). Foto: T. A. Lima.

Fig. 06 – Mapa geológico do Ceará com os locais das ocorrências fossilíferas. Era Paleozoica: Bacia do Jaibaras (1) e do Parnaíba (2); Era Mesozoica: Bacias de Iguatu-Icó-Lima Campos (3), do Araripe (4); e do Apodi (5); Era Cenozoica: Depósitos de Tanques (6) e de Cavernas (7), além de eolianitos (8). Fonte: Modificado de Cavalcanti & Cavalcante (2014).

Fig. 07 – Rocha da Formação Pacujá com rugosidade na superfície que pode ser indicativo de atividades microbianas. A barra mede 1 cm. Foto de: M.S.S. Viana.

Fig. 08 – Representação ampliada proporcionalmente dos microfósseis que já foram encontrados no Grupo Serra Grande. Fonte: Modificado de Santos e Carvalho (2009).

Fig. 09 – Molde de invertebrado marinho, encontrado na cachoeira do frade em Viçosa do Ceará-CE. Foto: M. S. S. Viana.

Fig. 10 – *Artrhophycus* (rastros de anelídeos marinho) encontrado na cachoeira do Engenho Velho. A barra mede 1 cm. Foto: M.S.S. Viana.

Fig. 11 – Alguns fósseis cretácicos da Bacia do Araripe. A. Um peixe marinho, exposto no Museu de Santana do Cariri-CE (a barra mede 3 cm); B. Uma borboleta

da coleção do Museu da Geodiversidade-RJ (a barra mede 1 cm); C. Peixes lacustres borboleta da coleção do Museu da Geodiversidade-RJ (a barra mede 1 cm); D. Um grilo borboleta da coleção do Museu da Geodiversidade-RJ (a barra mede 1 cm). Fotos: M. S. S. Viana.

Fig. 12 – Alguns fósseis de moluscos cretácicos da Bacia Potiguar. Foto: M.S.S Viana.

Fig. 13 – Depósito de tanque em Santa Quitéria Fonte: M.S.S. Viana, 2008.

Fig. 14 – Representantes da megafauna pleistocênica no Ceará. A. Xenorrinotério; B. Mastodonte; C. Toxodonte; D. Preguiça gigante; E. Tatu gigante. Fonte: VIANA, 2018; Desenho de J. V. P. Moreira, 2018.

Fig. 15 – Caverna no Parque Nacional de Ubajara. Fonte: P. V. Oliveira, 2010.

Fig. 16 – Fósseis encontrados na caverna do Urso Fóssil no Parque Nacional de Ubajara. Fonte: P. V. Oliveira, 2010.

Fig. 17 – Eolianitos na praia de Camocim. A seta indica uma das marcas de raízes (Fonte: VIANA, 2018, foto: M. J. G. Sousa).

Fig. 18 – Vista panorâmica da serra da Ibiapaba. Foto: M. S. S. Viana.

Fig. 19 – Mapa dos sítios paleontológicos da região noroeste do Ceará.

Fig. 20 – Sítio Sapó (Santana do Acaraú). A. resgate de um bloco com fóssil de molde-de-anêmona do mar. B. Molde de anêmona-do-mar (a barra tem 2 cm). C. Icnofóssil (a barra tem 1 cm). Fotos: M.S.S. Viana.

Fig. 21 – Sítio Zipu (Reriutaba). A. Molde de anêmona-do-mar e icnofósseis. B. Molde de anêmona-do-mar. (A e B, fotos de M. S. S. Viana) C. afloramento rochoso com os fósseis. (C, foto de Lucas Costa Duarte).

Fig. 22 – Sítio Contra-Fogo (Pacujá). A. Molde de anêmona-do-mar, em vista lateral (Foto: M. J. G. Sousa); B. Molde de anêmona-do-mar, em vista oral (RO, região oral) (Foto: F. R. G. Barroso). A barra mede 1cm; C. Associação de Molde de anêmona-do-mar, em vista oral, com icnofósseis (seta). Foto: M. S. S. Viana.

Fig. 23 – Sítio Floresta (Pacujá). A. Diversos moldes de anêmona-do-mar (setas). B. vista panorâmica do afloramento. Fotos: M. S. S. Viana.

Fig. 24 – Sítio Serrinha (Pacujá). A. Diversos icnofósseis (setas: C= *Circulichnis*; P=*Palaeophycus*; B= *Bergaueria*); B. Vista panorâmica do local; C. Detalhe de outros icnofósseis (setas: C= *Circulichnis*; A= *Arenicolites*). Fotos: M. S. S. Viana.

Fig. 25 – Sítio Bica do Ipu (Ipu). A. vista panorâmica do Parque na estação chuvosa (Cortesia: B. F. Terra) B. Foto da Bica na estação seca (Foto: M. S. S. Viana). C. Detalhe dos moldes de Anêmonas-do-mar. Foto: F. R. G. Barroso.

Fig. 26 – Sítio Baixo Mororó (Ipueiras). A. vista geral do afloramento. B. Detalhe dos icnofósseis. C. Superfície mostrando a intensa concentração de icnofósseis. Foto: M.S.S. Viana.

Fig. 27 – Sítio cachoeira do Frade (Ubajara). A. Vista geral da cachoeira; B e C. Moldes de invertebrados; D. Superfície com abundância de icnofósseis (setas indicando pequenas perfurações) Fotos: M. S. S. Viana.

Fig. 28 – Sítio cachoeira Sete Quedas (Tianguá). A. Vista geral da primeira queda da cachoeira; B. Detalhe de superfície com os fósseis. Fotos: M. S. S. Viana.

Fig. 29 – Sítio rio Pirangi (Viçosa do Ceará). A. Moldes de invertebrados marinhos; B. Icnofósseis. Fotos: M. S. S. Viana.

Fig. 30 – Sítio cachoeira Park (Carnaubal). A. Moldes de invertebrados; B. Icnofósseis. Foto: M.S.S. Viana.

Fig. 31 – Sítio cachoeira do Urubu (Guaraciaba do Norte). A. Vista da cachoeira; B. Icnofósseis. Foto: M.S.S. Viana.

Fig. 32 – Sítio Parque Nacional de Ubajara (Ubajara). A. Entrada do Parque Nacional de Ubajara (Foto M. C. S. Silva); B. Fóssil de *Monodelphis*, encontrado na gruta do Urso Fóssil. Foto P.V. Oliveira. A escala tem 1 cm.



Lista das Tabelas

Tab. 01 - Exemplos de benefícios proporcionados pela geodiversidade. Esses benefícios são classificados de acordo com a abordagem ecossistêmica (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Haines-Young & Potchin, 2013) e são apresentadas as principais divisões de cada tipo de serviço. (Adaptado de Brilha, 2018)

Tab. 02 – Lista de fósseis cretácicos da Bacia do Araripe (de acordo com Saraiva *et al.*, 2021).

Tab. 03 – Lista dos fósseis de mamíferos encontrados em depósitos de tanques no Ceará (de acordo com Ximenes, 2008 e Viana, 2018). (*) Táxons ainda viventes no Brasil.

Tab. 04 – Lista dos fósseis encontrados em depósitos de cavernas no Ceará (de acordo com Viana, 2018). (*) Táxons ainda viventes no Brasil.



Apêndice

- Avaliação dos sítios paleontológicos da região noroeste do Ceará para geoconservação.

“O melhor da ciência emerge de um modo mais primitivo de pensar, através do qual a mente do caçador vai tecendo ideias a partir de fatos velhos, metáforas novas e imagens confusas e semi-ensandecidas de coisas vistas recentemente. Avançar na ciência é elaborar novos padrões de pensar, que definirão por sua vez, os modelos e os experimentos. Fácil de dizer, difícil de fazer.”

(Edward O. Wilson, 2012)



Agradecimentos

Somos gratos, inicialmente, à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pelo financiamento da pesquisa (BP4-00172-00199.01.00/20) que possibilitou a confecção desta obra.

Também agradecemos à Universidade Estadual Vale do Acaraú, sede do Laboratório de Paleontologia (LABOPALEO), que deu todo suporte à criação e manutenção da linha de pesquisa em Paleontologia, com o envolvimento de alunos de graduação em Ciências Biológicas.

Expressamos nossa gratidão ainda a algumas pessoas, em especial, que ajudaram nas discussões, no intercâmbio com os municípios e nos trabalhos de campo: Gustavo Batista Matos Freire (LABOPALEO/UVA), Antonio Maranguape Pereira (LABOPALEO/UVA), Maria Cibelly de Sousa Silva (LABOPALEO/UVA), Lucas Costa Duarte (PARFOR-Pacujá), Leonardo Rodrigues (Graduação/UVA), Prof. Elnatan Bezerra de Sousa (UVA) e Francisco Davi de Oliveira (agricultor na área da cachoeira do Tope-Viçosa do Ceará).



Florada dos ipês amarelos na região da Ibiapaba (Foto: T. A. Lima).



Prefácio

A identidade de um país tem relação direta com a habilidade e disposição que possuímos para o registro, preservação e utilização dos fatos transcorridos ao longo de sua história. Porém, a memória de uma região relaciona-se não só com os fatos históricos e próximos à existência humana, mas também com os eventos de um tempo muito mais distante e que se conecta ao tempo profundo. Trata-se neste caso da memória representada pelo Patrimônio Geológico, o qual documenta os sucessivos acontecimentos no decorrer de milhões de anos, e que são os definidores da constituição do substrato em que vivemos, da modelagem da topografia, e determinantes dos tipos e disponibilidade de recursos naturais.

O conhecimento de como se obter, guardar, processar e recuperar os eventos geológicos e o registro material destes é que se mostra decisivo para a sustentabilidade, a transformação social e econômica, além da melhoria do bem-estar das comunidades. Esta decodificação do conhecimento existente no Patrimônio Geológico é diversificada, complexa e profundamente relacionada à nossa percepção da importância e do significado da temporalidade humana. Trata-se de uma interpretação diferenciada do mundo das rochas e dos cenários ambientais que nos circundam, gerando valores que transcendem ao nosso curto tempo de existência.

No contexto dos elementos que constituem o Patrimônio Geológico, os fósseis são certamente um dos elementos da geodiversidade mais ilustrativos do significado do tempo profundo e das limitações impostas à vida. Registram os episódios de evolução dos organismos na Terra, as transformações ambientais, climáticas e geográficas, além dos momentos de extinção e desaparecimento da própria vida. São também responsáveis pela geração de importantes depósitos minerais com grande interesse econômico, como é o caso do petróleo, do gás e da formação das rochas carbonáticas, fosfáticas e ferríferas. Possivelmente, o fascínio que os fósseis exercem relaciona-se com a capacidade de nos demonstrar o quanto efêmera é a nossa existência.

O livro “**Tesouros Patrimoniais: Sítios Paleontológicos do Noroeste Cearense**” é fruto dos esforços científicos para o registro das memórias de nossa Terra. Seu conteúdo demonstra um enorme cuidado na obtenção de dados e informações em campo, na análise e interpretação direta destes. Trata-se de uma publicação que realiza um dos registros mais completos dos depósitos fossilíferos do Estado do Ceará, cuja preservação mostra-se importante como forma de manutenção de uma memória de longo prazo da história geológica da vida no território cearense.

Por meio desta obra, são analisados aspectos importantes da atual legislação patrimonial brasileira. A complexidade do tema, em especial face à multiplicidade de possibilidades no uso dos fósseis, ajuda-nos a uma reflexão sobre quais caminhos podemos trilhar para a preservação de depósitos que sejam relevantes cientificamente.

Os autores são especialistas altamente qualificados na discussão de temas relacionados ao patrimônio geológico e paleontológico e introduzem questões importantes. Assuntos que envolvem a atual legislação, conceitos da geoconservação, inventariação, quantificação e os valores da geodiversidade são apresentados de forma objetiva e sistematizada, possibilitando a compreensão dos aspectos conceituais envolvidos na preservação patrimonial. São também expostos os principais depósitos fossilíferos do Estado do Ceará, com ênfase àqueles encontrados nos municípios localizados no noroeste do estado, demonstrando a importância deste capital abiótico para a educação e economia criativa. Um outro aspecto a ser ressaltado foi a preocupação com proposições que envolvem ações culturais para o turismo e os riscos de degradação dos fósseis e localidades fossilíferas.

O livro “**Tesouros Patrimoniais**” coloca-nos diversos desafios, alguns bastante complexos, como a capacidade de armazenar e processar informações valiosas sobre as memórias da Terra. Porém, o principal desafio apresentado nesta obra é como conjugar ações de preservação patrimonial com os interesses amplos que regem a ocupação territorial, o desenvolvimento econômico e a utilização racional dos recursos naturais. Uma leitura fundamental a todos os que buscam compreender os mecanismos mais adequados para a gestão territorial e a preservação de nosso patrimônio científico.

Ismar de Souza Carvalho

Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro





Apresentação

Este livro é uma reflexão dos autores, pesquisadores e descobridores do patrimônio paleontológico da região noroeste do Ceará e paladinos da sua importância científica, social e econômica. O conteúdo busca reunir os saberes acumulados dessa experiência para auxiliar leigos e principiantes a se aprofundarem um pouco mais no importante tema da conservação patrimonial.

A princípio, apresentam-se os aspectos legais que envolvem os fósseis no Brasil e as possibilidades de proteção desse patrimônio da geodiversidade, envolvendo ações de Educação, Cultura e Turismo. Em seguida, faz-se uma resenha sobre o registro paleontológico do Ceará e a ênfase ao noroeste do Estado.

A equipe percorreu a região observando os fósseis e os aspectos relevantes para a geoconservação (educação, cultura, turismo e risco de degradação). As ocorrências paleontológicas já conhecidas foram revisitadas com este foco inovador, e os novos lugares que foram descobertos estão sendo apresentados como proposta para estudos posteriores de detalhe para identificação dos espécimes e interpretação dos ambientes pretéritos.

Os fósseis são analisados em sua pluralidade, no que concerne ao Patrimônio Paleontológico, Patrimônio Geológico, Patrimônio Cultural, Patrimônio Natural e Patrimônio Mundial. A descoberta dos fósseis nessa região é tratada como importante instrumento para a geração de iniciativas de educação e preservação patrimonial.

A obra vai além dos termos científicos e técnicos; é um deleite especial de contemplação do patrimônio. Isso é expresso na aquisição do conhecimento, no cuidado e na apresentação desse tesouro para a sociedade. O desenvolvimento científico, com suas inovações, vem incrementando o patrimônio paleontológico de valores nas novas concepções da geoconservação.

O livro destina-se aos profissionais de geologia, biologia, geografia e antropologia; aos gestores públicos; aos investidores em potencial em economia criativa no ramo do turismo, hotelaria, gastronomia, artesanato etc.; ao público em geral, curiosos, leigos e principiantes em investigar o fascinante mundo revelado pelos fósseis.



Equipe de trabalho, na entrada da trilha para a cachoeira do Frade, em Ubajara; da direita para a esquerda: Thiago, Rebeca, Somália, Paulo Victor, Wellington e Luiz (Foto: M. C. S. Silva).



Sumário

Introdução / 17

A legislação sobre fósseis no Brasil / 21

Geoconservação / 29

Patrimônio paleontológico do Ceará / 39

Os sítios paleontológicos do noroeste cearense / 53

Considerações Finais / 85

Referências / 87

Apêndice / 95

Os Autores / 101



Introdução

Os **fósseis** são aqueles restos de organismos mineralizados e muito antigos que extraímos da Terra (Figura 01). Hoje, são alguns dos elementos constituintes das rochas que aparecem na superfície em decorrência dos processos erosivos. Eles registram momentos do passado da vida na Terra e, assim como as rochas, contam a história dos ambientes antigos desde o surgimento do Planeta há 4,5 bilhões de anos. Além disso, os fósseis também ajudam a explicar eventos de grandes extinções e transformações nas paisagens da Terra através do tempo, como o desaparecimento dos dinossauros há 65 milhões de anos e a existência de um supercontinente Pangeia, entre 540 e 200 milhões de anos.

Figura 01 – Fóssil de uma tartaruga, proveniente da Bacia do Araripe (Ceará), com idade de cerca de 120 milhões de anos, exposto no Museu da Geodiversidade (Universidade Federal do Rio de Janeiro).

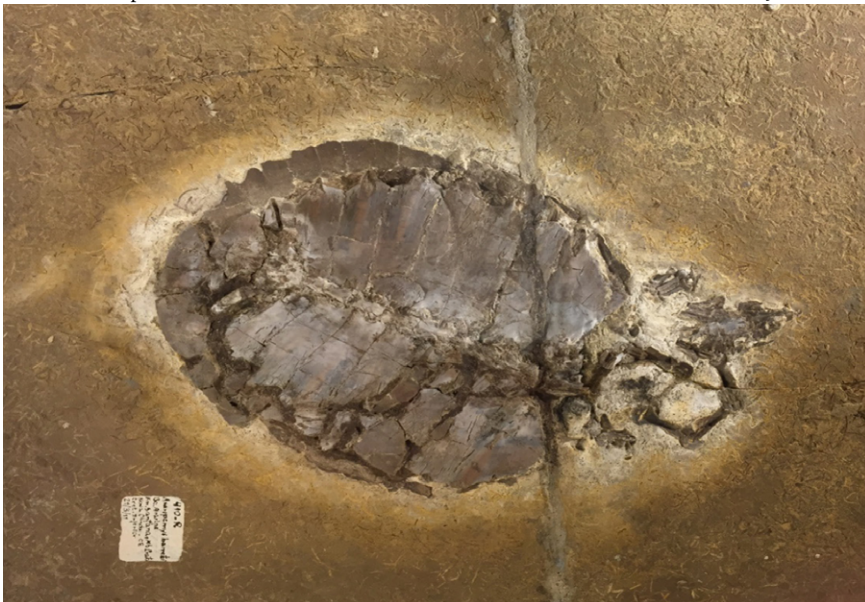


Foto: M. S. S. Viana.

Os constituintes inanimados da Terra são reconhecidos como **geodiversidades**, cujos elementos incluem: minerais, rochas, fósseis, formas de relevo (geomorfologias), solos, cavernas, águas superficiais e subterrâneas, dentre outros (GRAY, 2013). Os ele-

mentos da geodiversidade foram e continuam sendo um suporte para a vida no Planeta e a sustentação das paisagens através dos tempos. Dessa forma, considerando os aspectos geológicos, fósseis também são elementos da geodiversidade.

A ciência que estuda os fósseis chama-se **Paleontologia** (ramo da Geologia), que trata de investigar todas as evidências dos restos orgânicos e das rochas, tentando explicar as causas da morte e o que aconteceu com as carcaças depois disso até serem soterradas, sendo definitivamente transformadas em fósseis. Além dos restos de animais e plantas grandes e microscópicos, a paleontologia também estuda vestígios, como pegadas, rastros, excrementos, ovos, resinas, etc. Esses registros de atividades dos seres antigos são denominados **icnofósseis** e refletem diretamente o comportamento biológico. Enquanto os fósseis trazem informações de morte, os icnofósseis revelam momentos de vida no passado. Os locais onde os fósseis são abundantemente encontrados e que foram ou estão sendo estudados são os **Sítios Paleontológicos** (Figura 02).

Figura 02 – Sítio paleontológico chamado Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurios – Ourém, em Portugal.



Foto: M. S. S. Viana.

Os sítios e os fósseis, tão ricos de significação científica, são considerados Patrimônio Cultural Brasileiro e são amparados por legislação própria (ver Cap. II), devendo ser preservados para as gerações futuras. Além disso, no mundo todo, são reconhecidos como Patrimônio Mundial, bem como Patrimônio Natural, Patrimônio Geológico ou,

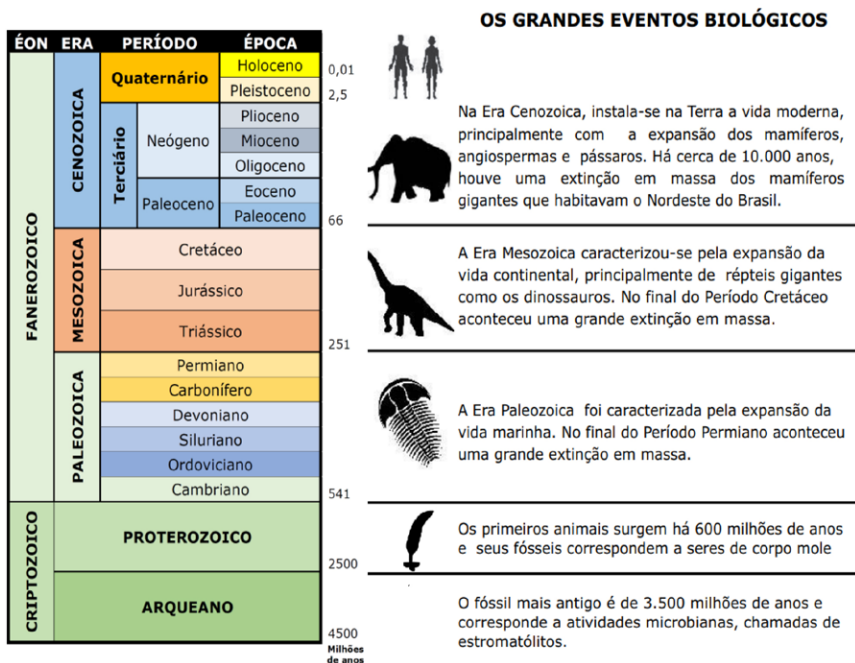
simplesmente, Patrimônio Paleontológico (VIANA; CARVALHO, 2019). Tal pluralidade dessa riqueza patrimonial coloca os fósseis em lugar de destaque como ferramenta para a Educação e para utilização desse saber em Economia Criativa (uso dos bens culturais) e no Turismo (cultural, científico e geoturismo).

A preservação e conservação dos sítios e dos fósseis é assunto da **Geoconservação** (Capítulo III). Para isso, a estratégia principal é gerar conhecimento a respeito do Patrimônio, valorando os elementos da geodiversidade. A difusão desse saber é extremamente importante e, para cada lugar, deve haver estratégias específicas, respeitando-se a cultura e o bem-estar social das comunidades envolvidas. A sustentabilidade ainda pressupõe a conservação do ambiente e estratégias econômicas. A criação de parques preservaria os sítios (Patrimônio *in situ*), e a criação de museus garantiria a guarda dos fósseis coletados (Patrimônio *ex situ*).

A curiosidade humana pela evolução da vida e pelo passado do nosso planeta (ver coluna do tempo geológico, Figura 03) concede aos fósseis importante papel como ferramenta de contemplação do patrimônio e forte apelo à conservação e divulgação. A paleontologia conclama os curiosos a perceberem a grandiosidade das obras da natureza e constatarem a eficiência do método investigativo das descobertas e interpretações.

Esta obra apresenta uma visão valorativa dos sítios paleontológicos da região noroeste do Ceará – Patrimônio *in situ*, que poderá fomentar ações de geoconservação de educação patrimonial e de geoturismo, incentivando gestores a investir em economia criativa.

Figura 03 – Coluna do Tempo Geológico



Fonte: Viana, 2018.



A legislação sobre fósseis no Brasil

A legislação que protege o patrimônio fossilífero varia entre os países, podendo ser vista como responsabilidade da União (Governo Federal) ou como atribuição individual dos estados, províncias ou territórios (OLIVEIRA, 2022).

Aqui no Brasil, atos normativos disciplinares tratam os fósseis como patrimônio da União, proíbem a escavação e coleta por pessoas leigas, bem como a exportação e a posse particular de exemplares fósseis; e, ademais, que a coleta deve ser feita por paleontólogos que possuam autorização (*e.g.* BRASIL, 1942, 1967, 2014).

Historicamente, a ausência de uma legislação específica para a paleontologia nacional tem assegurado e, de certa forma, incentivado o tráfico de fósseis, uma vez que não existem punições nem sanções para quem dilapida o patrimônio paleontológico brasileiro. Essa lacuna, conforme Viana (1997), descredencia pesquisadores nacionais em detrimento de estrangeiros, uma vez que os brasileiros perdem a oportunidade de descobrir e descreverem novos táxons, diminui o potencial de publicação desses pesquisadores em excelentes revistas, mostra a fragilidade da soberania nacional ao não conseguir proteger seu patrimônio natural, cultural e histórico, bem como deixa de agregar valores sociais, econômicos, turísticos e científicos à região de onde o fóssil foi extraído.

Atualmente, apenas os estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul dispõem de leis que versam sobre o seu patrimônio fossilífero. Diante desta lacuna, faz-se necessário discutir o tema. Em compilação de dados bibliográficos teóricos, Oliveira (2022) discute a situação dos fósseis no âmbito jurídico do Brasil, contrapondo as visões sobre o assunto a partir dos Direitos Constitucional, Ambiental e Penal, além de legislações infraconstitucionais diversas.

Quanto à guarda do material, não se tem nenhum ato normativo infraconstitucional que apresente e discipline especificamente a matéria. Segundo Oliveira (2022), durante anos, espécimes fósseis coletados nas regiões Norte e Nordeste, principalmente nessa

última, foram levados para instituições da região Sudeste. Muito provavelmente essa prática era justificada pela ausência de pesquisadores ou de instituições com linhas de pesquisa na área da paleontologia nessas regiões. No entanto, é quase unânime, entre as novas gerações de paleontólogos(as), o entendimento de que o exemplar fóssil seja destinado à uma coleção científica, quer seja em museus, quer sejam universidades, o mais próximo possível do local onde foi encontrado.

Os fósseis e a legislação Brasileira

Carmo *et al.* (2010), ao tratarem sobre os jazigos fossilíferos do Brasil, considerando os aspectos legais e de cooperação técnica internacional, apresentam breve histórico da presença da paleontologia nas constituições que vigoraram no Brasil ao longo dos anos.

Muito embora os fósseis estejam amparados pela Constituição Federal de 1988, ao : considerá-los como bens culturais e coletivos (do povo) (*caput* do Art. 216, inciso V), a norma mais antiga e ainda em vigor no país, e que assegura a proteção dos depósitos fossilíferos, é o Decreto-Lei nº 4.146, de 4 de março de 1942.

Dessa forma, a tutela dos fósseis é de responsabilidade da União, que pode garanti-la por meio da salvaguarda feita por museus, universidades e instituições públicas de pesquisa científica, estando eles, segundo Viana e Carvalho (2019), não apenas protegidos, mas disponíveis para estudo por especialistas e continuamente acessíveis à população.

Os fósseis podem por analogia amparar-se, ainda, no *caput* do Art. 225 da Constituição Federal de 1988, que versa sobre a dinâmica do desenvolvimento sustentável, na medida em que elenca a preocupação do poder público em conservar e defender o meio ambiente na concepção de preservá-lo para as atuais e futuras gerações em torno de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

O Código de Mineração (BRASIL, 1967) determina que os fósseis serão regidos por lei especial e, embora o arcabouço jurídico existente assegure a proteção dos depósitos fossilíferos à competência da União, inexistente a previsão/determinação de sanções e punições a quem não cumprir o que a legislação determina. No entanto, o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) estabeleceu procedimentos para autorização e comunicação prévias para extração de fósseis, nos termos do Decreto-Lei de 1942 (Portaria DNPM 542, de 18/12/2014). Essa portaria está vigente e é o documento mais próximo que se tem de uma lei sobre a temática.

Além das definições conceituais sobre fósseis, depósito fossilífero, extração, salvamento paleontológico, dentre outros, a portaria visa disciplinar a extração de espécimes fósseis em território brasileiro, que deve ser feita apenas para fins didáticos ou científicos, sem finalidade econômica (Art. 2º, III e Parágrafo único do Art. 4º). Todo

o material coletado deve ser destinado a instituições científicas, como universidades, e a estabelecimentos oficiais congêneres, como museus. Em ambos os casos, devem ser instituições sem fins lucrativos, criadas por lei e mantidas total ou preponderantemente com recursos públicos (Art. 2º, V e VI). As comunicações/solicitações para coleta de fósseis são feitas de forma *on-line* por meio de uma plataforma digital chamada COPAL – Controle da Pesquisa Paleontológica.

Por se tratar de bem ocorrente em subsolo, tido como propriedade da nação, a competência legislativa sobre os fósseis é privativa da União, consoante determina o artigo 22, XII, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

Os fósseis como patrimônio

De acordo com Amado (2020), desde a década de 1980, e especialmente com o texto constitucional de 1988, houve significativa mudança de perspectivas no que se refere à proteção patrimonial no Brasil. Diversas convenções internacionais deram origem a dispositivos legais que também contribuíram para a salvaguarda do patrimônio nacional, convertendo a proteção desse patrimônio em direito fundamental de dimensão coletiva e expressão de fraternidade (AMADO, 2020), uma vez que, até então, apenas o patrimônio arqueológico ou pré-histórico com vestígios de ocupações humanas de paleoameríndios integravam o Patrimônio Cultural brasileiro (ver Lei nº 3.924/1961).

Além da Portaria DNPM nº 542, de 18/12/2014, que visa a proteção dos fósseis e depósitos fossilíferos, existem outras iniciativas anteriores e até internacionais como essas apontadas por Oliveira *et al.* (2022):

1. a criação de Geoparques, ideia originalmente concebida entre os anos de 1989 e 1990 a partir de esforços da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), da União Internacional para a Conservação da Natureza (*International Union for the Conservation of Nature - IUCN*) e da União Internacional das Ciências Geológicas (*International Union of Geological Sciences – IUGS*). A iniciativa visava criar uma lista de sítios geológicos em âmbito mundial, denominada Lista Indicativa Global de Sítios Geológicos (*Global Indicative List of Geological Sites ou GILGES*), com o objetivo de identificar sítios geológicos *lato sensu* de excepcional valor universal. Esta ação culminou com a criação, em 2004, de uma Rede Global de Geoparques (*Geoparks Global Network*) (ver <http://sigep.cprm.gov.br>).

2. a Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), criada em 1997 por influência da iniciativa apresentada acima, que foi coordenada pelo DNPM e contou com a parceria de outras instituições a saber: Academia Brasileira de Ciências (ABC), Associação Brasileira para Estudos do Quaternário (ABE-

QUA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Petróleo Brasileiro SA (Petrobras), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) e Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP). A principal atribuição da SIGEP era dar apoio ao gerenciamento de um banco de dados nacional de geossítios.

3. *a Declaração de Aracaju*, uma proposta apresentada pelo “Simpósio 17 – Geoconservação e Geoturismo: Uma Nova Perspectiva para o Patrimônio Natural” e aprovada pela Assembleia Geral da Sociedade Brasileira de Geologia, durante o XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, que data de 6 de setembro de 2006. Esta declaração faz algumas recomendações para a proteção do patrimônio geológico.

Todas essas iniciativas visam essencialmente à preservação de áreas com valores relevantes para a humanidade. Dentro desse contexto, os fósseis ganharam novo amparo legal, desta vez, de modo mais concreto, ao serem inseridos na Constituição de 1988, como bens integrantes do patrimônio cultural brasileiro (ver Art. 216).

De acordo com Miranda (2019), o patrimônio cultural brasileiro é multidiverso, que vai desde conjuntos arquitetônicos de distintos períodos a acervos museológicos e manifestações culturais, por exemplo. No entanto, existem ainda, dentro do rol de bens culturais, aqueles que para esse mesmo autor possuem extremo significado, mas que, por diversas razões, sua importância ainda não foi devidamente compreendida pela sociedade e pelos entes integrantes da administração pública. Aos bens ainda vistos dessa forma, dá-se um nome: patrimônio sem rosto. Ainda segundo o autor, estes bens estão sujeitos a marginalidade e flagrante exposição ao risco de perecimento. Nesta categoria, Miranda (2019) enquadra os fósseis.

Para ele, a dimensão cultural do Patrimônio Paleontológico também é reconhecida no regime jurídico internacional, a partir de convenção realizada em Paris no ano de 1970 e promulgada pelo Brasil através do Decreto nº 72.312/73. O referido decreto versa sobre as medidas a serem adotadas para proibir e impedir a importação, exportação e transferência de propriedades ilícitas dos bens culturais.

Na Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra (1991), os fósseis são vistos como elementos de grande importância científica e cultural, pois guardam informações sobre a evolução dos seres vivos ao longo do tempo e, na maioria das vezes, sobre o processo de formação geológica da Terra. Para diversos autores, dentre eles Miranda (2019), o estudo dos fósseis é importante por contribuir para o entendimento dos paleoambientes, da idade relativa das rochas e da evolução cronológica do planeta.

A palavra Patrimônio tem origem no latim *patrimonium*, em que *pater* significa pai e *monium*, condição, estado, ação. Tal etimologia, segundo Viana e Carvalho (2019), está relacionada à herança paterna e designa uma herança que foi deixada pelo passado, com a qual se convive hoje e que se deve transferir para as gerações futuras.

Tomando como base o Art. 216 da Constituição de 1988, no qual os fósseis são tidos como bens culturais (inciso V), estando eles inseridos muitas vezes em locais e sítios de conotação e importância histórica para a humanidade ou, ainda, em locais de valor científico e ecológico, mostrando-se como testemunhos do processo de evolução da vida na Terra, preservados nas rochas, são considerados uma herança. Para Viana e Carvalho (2019), a natureza e seus processos de evolução das paisagens ao longo do tempo geológico também contam a história do planeta, revelada nas rochas, que singularmente são fontes inesgotáveis de significados da nossa própria existência. O que faz com que esses sítios precisem ser conhecidos, protegidos e preservados como herança da humanidade (VIANA; CARVALHO, 2019).

Coliga este pensamento Delphim (2015) *apud* Miranda (2019), que assim diz:

[...] de forma análoga ao passado dos seres humanos, o passado da Terra deve também ser preservado como patrimônio cultural. Ademais, a terra e seus recursos minerais são fonte de toda matéria-prima e de inspiração para qualquer produção cultural. Patrimônio é sinônimo de herança e os órgãos responsáveis pela herança cultural devem atuar na defesa dos bens geológicos e paleontológicos, que devem ser legados, da forma mais íntegra e autêntica possível, às gerações porvindouras (DELPHIM, 2015 *apud* MIRANDA, 2019).

Os locais onde os fósseis são encontrados compõem o patrimônio natural, e, dessa forma, o conteúdo paleontológico neles inserido tem sua proteção resguardada pela Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605 de 12/02/1998).

Ameaças ao patrimônio paleontológico brasileiro

Dados levantados por Viana (1997) revelam condições preocupantes sobre a situação das perdas irreparáveis para o país por meio da exportação [tráfico] de fósseis. Segundo a autora, 56,7% dos holótipos [material que serve para definir espécies novas] estão depositados fora do país; 64,5% dos holótipos foram descritos por estrangeiros; e 85,4% dos fósseis não foram coletados pelos pesquisadores que os descreveram. Ainda neste contexto, conforme Miranda (2019), há registros de dezenas de fósseis brasileiros que foram parar ilegalmente em museus e coleções particulares da Europa, dos Estados Unidos e de países da Ásia, que saem lucrando

com a “paleopirataria”¹. Ademais, também é comum encontrar espécimes fósseis brasileiros à venda na *internet* em páginas virtuais internacionais.

Ao assinar o Tratado sobre os Patrimônios Mundiais da Unesco, de 1970, o Brasil, assim como os demais países que ratificaram o referido tratado, passaram a assumir a responsabilidade de manter o controle sobre a importação e exportação de fósseis cuja origem esteja relacionada aos países que ratificaram o acordo. No entanto, em âmbito mundial, o comércio de fósseis é uma prática antiga e permitida em vários países da Europa e da América do Norte.

Segundo Miranda (2019), agrava a situação de perda do nosso patrimônio a tímida normatização existente no Brasil sobre a proteção dos bens fósseis e quase absoluta falta de estrutura oficial para fiscalizar a sua extração e monitorar a sua adequada gestão. Ainda segundo o autor, os depósitos fossilíferos estão protegidos em nível infraconstitucional tão somente em razão da sua dominialidade e foram colocados sob a guarda do órgão federal responsável por autorizar e fomentar as atividades de mineração, uma das maiores responsáveis pela destruição de bens paleontológicos no país (MIRANDA, 2019).

Dentro deste escopo, pontua-se ainda a Política Nacional de Patrimônio Cultural Material instituída pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) através da Portaria nº 375, de 19 de setembro de 2018, que, conforme Viana e Carvalho (2019), os seus artigos 81 e 82 referem-se ao Patrimônio Paleontológico, permitindo a manifestação deste órgão sobre a relevância cultural (apropriação humana) dos sítios paleontológicos e dos fósseis, bem como a possibilidade de atuar na proteção e preservação quando constatada a existência de valores referentes à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade.

O patrimônio fossilífero goza, ainda, da proteção de outras legislações complementares, como: o Código Penal (Arts. 163 e 180, que tratam dos crimes de destruição de coisa alheia e receptação); a Lei nº 7.347/85 (que trata da ação civil pública em virtude de danos contra o meio ambiente); e a Lei nº 9.605/98 (Arts. 63 e 64, que estabelecem crimes ambientais contra o patrimônio cultural).

Além do comércio ilegal, constituem ameaças cotidianas a preservação do patrimônio paleontológico brasileiro, a mineração, o crescimento das cidades e a falta de conhecimento da população.

1 Termo utilizado por Miranda (2019) para designar o contrabando ou tráfico de material fóssil.

Considerações finais

Os fósseis são bens culturais e, como tais, merecem proteção e salvaguarda em coleções científicas de instituições públicas de pesquisa, como as universidades e os museus. Merecem lugar de destaque e devem estar acessíveis à sociedade. É notório que a paleontologia não dispõe de uma legislação específica e de âmbito nacional. Atualmente, apenas os estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul têm legislação estadual que versa sobre a proteção ao seu patrimônio fossilífero. Diante desta lacuna, faz-se necessário trazer, à luz do conhecimento da sociedade e dos legisladores, a urgência do tema em questão.

A ausência de uma legislação específica para a paleontologia assegura e incentiva o tráfico de fósseis, uma vez que não existem punições nem sanções para quem dilapida o patrimônio paleontológico. Tal fato descredencia pesquisadores nacionais em detrimento de estrangeiros, uma vez que os brasileiros perdem a oportunidade de descobrirem e descreverem novos táxons, diminui o potencial de publicação dos pesquisadores em excelentes revistas, mostra a fragilidade da soberania nacional ao não conseguir proteger seu patrimônio natural, cultural e histórico, bem como deixa de agregar valores sociais, econômicos, turísticos e científicos à região de onde o fóssil foi extraído.

Os fósseis constituem um patrimônio valioso e, a partir de seu estudo, é possível entender como os atuais ecossistemas se estabeleceram, como era o passado da vida na Terra e que mudanças ocorreram no decorrer do Tempo Geológico. Ademais, os fósseis são importantes para a economia, como é o caso das descobertas de potenciais depósitos contendo petróleo, e podem ainda, como elementos da geodiversidade, serem úteis ao geoturismo, incrementando a economia dos municípios onde eles ocorrem. Neste último caso, a criação de geoparques e de museus, em pequenos municípios do interior do país, associados à implantação de políticas públicas e de incentivo à economia criativa, contribuem para a subsistência das comunidades locais, impactando de forma direta ao gerar empregos e renda.

Desta forma, e com o interesse em preservar o patrimônio paleontológico brasileiro, faz-se necessário um debate construtivo sobre o tema, entre representantes do poder legislativo e a comunidade paleontológica nacional, a fim de que haja a elaboração de lei específica e/ou a inclusão de artigos no Código Penal, por exemplo.



Geoconservação

Os sítios paleontológicos, enquanto elementos da geodiversidade e patrimônio natural e cultural, podem trazer informações para a interpretação dos fenômenos passados e demonstrar que a Terra vem sofrendo transformações decorrentes de sua própria dinâmica e de fatores extraterrestres. Tal compreensão deixa clara a indissociabilidade do passado, presente e futuro nessa relação entre os seres vivos e a matéria inanimada e que proteger e conservar esses lugares também interessa ao desenvolvimento de um lugar ou região, interligando os três polos da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. É muito importante refletir sobre a utilização dos recursos naturais com responsabilidade social e visão de futuro ao mesmo tempo. A humanidade já sabe, há tempos, que o conhecimento científico e os princípios éticos são ideais como tendências comportamentais e direcionamento de políticas e decisões governamentais, além de conduzirem ao enriquecimento de nações.

Geodiversidade e capital natural abiótico

A relação da geodiversidade com o capital natural abiótico é um importante argumento para gestão, discutido por Brilha (2018). Uma cidade é construída sobre os múltiplos valores que possui, sejam seus patrimônios culturais, propriedades ou capital (financeiro) à sua disposição. Capital é um termo em economia que define um estoque de ativos utilizado para fornecer um fluxo de fundos visando estabelecer ou administrar um negócio. Assim como um chefe de família, possuidor de patrimônios, deixa a herança para os filhos e esse valor, aumentado ou perdido, passa de geração em geração, também o patrimônio natural de cada local pode ser conservado ou destruído, a depender da gestão desses recursos (Figura 04).

A maioria das pessoas, mesmo aquelas não ligadas diretamente às ciências da natureza, entende o conceito de biodiversidade, a necessidade de salvar espécies ameaçadas e não desmatar. Também é facilmente entendido como a sociedade se beneficia da biodiversidade e dos recursos naturais em termos dos serviços ecossistêmicos que ela fornece:

produtos agropecuários, alimentação, medicamentos, cosméticos, produtos florestais e fibras naturais, manipulação genética e polinização de plantações por insetos.

Como a “diversidade na natureza é geralmente entendida como diversidade da natureza viva” (MILTON, 2002), o que menos pessoas percebem é que nosso planeta também é fisicamente diverso. A natureza não viva, abiótica ou geodiversidade raramente é apreciada pelo público, mas sem ela nossa sociedade moderna não poderia existir. Para Gray (2013), a geodiversidade pode ser definida como “a variedade natural de elementos geológicos (rochas, minerais e fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, topografia e processos físicos), do solo e hidrológicos. Inclui seus conjuntos, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens”. Assim, capital natural é definido como “os estoques mundiais de ativos naturais, que incluem geologia, solo, ar, água e todos os seres vivos” (*World Forum on Natural Capital*).

Figura 04 – Painel interpretativo em um dos sítios arqueológicos no Parque Nacional da Serra da Capivara, mostrando mapa com algumas opções de trilhas.



Foto: M. S. S. Viana.

Serviços geossistêmicos

A presença de capital natural em qualquer localidade leva tanto a serviços ecossistêmicos (natureza biótica) quanto a serviços geossistêmicos (natureza abiótica), embora existam vários exemplos em que eles se sobrepõem. Na tabela 01, encontram-se os serviços da geodiversidade em blocos onde estão agrupadas as diversas contribuições dos elementos e processos da geodiversidade para os serviços ecossistêmicos, percebendo-os como benefícios diretos e indiretos que proporcionam às sociedades humanas.

Tabela 01 - Exemplos de benefícios proporcionados pela geodiversidade. Esses benefícios são classificados de acordo com a abordagem ecossistêmica (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005; Haines-Young & Potchin, 2013) e são apresentadas as principais divisões de cada tipo de serviço.
(Adaptado de Brilha, 2018)

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	FONTE	BENEFÍCIOS
REGULAÇÃO (condições que permitem a existência de vida e da sociedade moderna)	Atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> - Circulação dinâmica do ar. - Química atmosférica. - Qualidade do ar e regulação do clima. - Ciclo da água.
	Geosfera e Hidrosfera	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo das rochas. - Ciclo da água. - Carbono e outros ciclos biogeoquímicos. - Sequestro de carbono (formação de rochas carbonáticas, entre outras). - Regulação climática. - Regulação da erosão do solo.
		<ul style="list-style-type: none"> - Regulação de desastres naturais (inundações, deslizamentos de terra, etc.). - Regulação da qualidade da água através da circulação desta pelas rochas e sedimentos.
SUPOORTE (para a vida e o desenvolvimento social)	Solo	<ul style="list-style-type: none"> - Intemperismo das rochas e desenvolvimento do solo para agricultura e silvicultura. - Provisão de habitat.
	Água	<ul style="list-style-type: none"> - Suporte da vida. - Diversidade de habitat. - Via para transporte.
	Rochas de superfície e relevo	<ul style="list-style-type: none"> - Provisão de habitat (fundo oceânico, fontes termais, falésias, pântanos e área costeira) - Estabelecimento de corredores ecológicos.
		<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma para infraestruturas (estradas, barragens, produção de energia renovável, etc.) e desenvolvimento urbano
	Rochas subterrâneas e relevo	<ul style="list-style-type: none"> - Sepultamento e estocagem (aterros municipais, resíduos radioativos e cemitérios).
		<ul style="list-style-type: none"> - Provisão de habitat (cavernas).
PROVISÃO (de recursos renováveis e não renováveis fundamentais para a vida e a sociedade)	Nutriente	<ul style="list-style-type: none"> - Nutrientes inorgânicos essenciais para a vida.
	Comida e bebida	<ul style="list-style-type: none"> - Água doce e água mineral. - Sal.
	Água	<ul style="list-style-type: none"> - Uso agrícola, industrial e doméstico.
	Materiais de construção	<ul style="list-style-type: none"> - Pedras de construção e ornamentais. - Cimento, cal, etc. - Aço, entre outros. - Vidro, entre outros.
	Minerais industriais e metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Veículos, computadores, eletrodomésticos etc. - Baterias, entre outros. - Fertilizantes, entre outros. - Cerâmica, plásticos, refratários, papel etc. - Próteses, implantes, placas e parafusos cirúrgicos, etc.
	Recursos energéticos	<ul style="list-style-type: none"> - Petróleo e gás natural. - Carvão. - Urânio. - Calor geotérmico. - Hidrelétricas, marés etc.
	Produtos ornamentais	<ul style="list-style-type: none"> - Pedras preciosas, joalheria (ouro, prata, diamante, etc.)

CULTURAL (como contribuição do ambiente físico para o desenvolvimento de atividades culturais, religiosas, de lazer e para fins educacionais e científicos)	Bem-estar e saúde	- Hidroterapia (spas). - Inspiração artísticas. - Paisagens naturais para a saúde física e mental.
	Lazer	- Atividades turísticas (trilhas, mirantes, grutas, etc.) - Desporto (escalada, rapel, etc.)
	História humana	- Locais sagrados e históricos. - Uso de rochas em monumentos e edifícios.
	Conhecimento	- História e evolução da Terra. - Origem e evolução da vida. - Paleoclimas e paleoambientes.

Compreender quais os benefícios que os georrecurso podem trazer para as populações locais é de primordial importância para que a geodiversidade seja entendida não de maneira isolada do meio ambiente a ser preservado, mas como parte integrante e que possui valores em si mesma. Assim, fica claro também como a geodiversidade contribui para o estoque de capital natural e como este tem sido explorado pela sociedade ao longo de muitos milênios.

Para que continue a se beneficiar do capital natural abiótico da natureza e a viver de forma sustentável no planeta, é importante que as populações, principalmente, aquelas que estão no território onde ocorrem estes recursos, compreenda os valores que a geodiversidade traz e desenvolva ações para conservar, gerir e planejar o bom uso desses georrecurso. As estratégias de conservação e gestão da geodiversidade recebem o nome de geoconservação.

Geoconservação e suas etapas

Inventário

O primeiro passo para uma boa gestão do capital, seja ele familiar ou natural, é fazer um inventário daquilo que se possui, avaliar em que condições bens móveis ou imóveis estão e, logo após, valorar cada coisa. Só é possível uma boa gestão do capital, de maneira a multiplicar ou conservar seu valor, quando há conhecimento sobre o que se possui.

Inventários são a base da geoconservação, pois é, a partir deles, que podemos escolher locais excepcionais em que possam ser empregadas ações de preservação ou de uso sustentável. Um dos principais objetivos dos inventários do patrimônio geológico é identificar locais com relevância científica (além de educativa e turística) que possam ser incluídos em políticas públicas, envolvendo gestão territorial e benefício da população. Assim como na biodiversidade, nem toda a geodiversidade suscita uma imediata intervenção para conservá-la, por isso é necessário determinar, a partir da definição de valores qualitativos e quantitativos para o ecossistema, quais são os locais prioritários para a geoconservação.

Caracterizar e quantificar

Uma caracterização qualitativa da geodiversidade consiste em uma descrição dos elementos da geodiversidade em uma determinada área e, eventualmente, uma explicação sobre seus valores. Esta abordagem qualitativa inclui propostas baseadas em opiniões de especialistas nas quais os valores da geodiversidade são rotulados ou classificados, mas sempre de forma não numérica. Variando de muito simples a muito complexo, a caracterização qualitativa da geodiversidade permite a identificação de especificidades na área de estudo.

A avaliação quantitativa pretende expressar, de forma mais objetiva, a variabilidade espacial dos elementos da geodiversidade. Assim, essas análises são principalmente baseadas em um conjunto de parâmetros numéricos e indicadores para detectar a diversidade de feições geológicas em uma determinada área.

Gray (2013) apresenta detalhadamente cada um dos diferentes tipos de valores da geodiversidade, sendo eles científicos, educacionais, econômicos, culturais, estéticos etc. Esse autor estabelece a ligação entre tipo de valor e tipo de uso. Por exemplo, o valor estético de um sítio geológico leva a um uso turístico dele, que também tem relação com o valor econômico do sítio.

Cada um desses valores pode ser quantificado segundo métodos muito específicos. Para este trabalho foi utilizado o método de Xavier (2021). Esta metodologia é uma modificação no método de Brilha (2016) desenvolvida para o inventário geológico do estado do Paraná, mas que pode ser utilizado para toda a realidade brasileira e, principalmente, para o nordeste, onde a maior parte dos sítios geológicos ocorre em localidades afastadas dos grandes centros urbanos.

Valores da geodiversidade

Todas as atividades que visam à geoconservação devem envolver a sociedade por meio da educação, da cultura, do turismo e da economia. Essas ações de divulgação e de proteção da geodiversidade podem ser desenvolvidas para as regiões que possuem elementos *in situ* (elementos da geodiversidade que ocorrem no local de formação) ou *ex situ* (elementos da geodiversidade que são transferidos de seu local de formação para outro), mas devem sempre focar na proteção do patrimônio, na tradução do conhecimento geológico para a sociedade e no envolvimento desta sociedade na geoconservação (BRILHA, 2005).

De fato, alguns recursos geológicos podem trazer benefícios à sociedade sem serem removidos de seu local original de ocorrência. Isso significa uma utilização *in situ* de rochas, minerais, fósseis, solos e formas de relevo para tipos específicos de usos, como ciência, educação e também como recurso econômico (BRILHA, 2016).

O significado dos valores para cada sítio será o seguinte:

Sítio de relevância regional ou local: tem seu valor científico menor que 200.

Sítio de relevância nacional: tem seu valor científico maior ou igual a 200.

Sítio de relevância internacional: tem seu valor científico maior ou igual a 300.

Existem ainda três níveis na escala de risco de degradação:

Baixo risco: o valor é menor que 200.

Risco moderado: o valor está entre 201 e 300.

Alto risco: o valor está entre 301 e 400.

Educação, cultura e turismo

A base para a compreensão da importância e da necessidade de conservação do patrimônio paleontológico está na Educação. Um trabalho educacional permanente e sistemático focado no Patrimônio Cultural traduz-se na atividade de construção do conhecimento, apropriação e valorização da herança cultural que conduzem ao enriquecimento individual e coletivo. “O conhecimento crítico e a apropriação consciente pelas comunidades do seu Patrimônio são fatores indispensáveis no processo de preservação sustentável desses bens, assim como no fortalecimento dos sentimentos de identidade e cidadania” (HORTA; GRUMBERG; MONTEIRO, 1999). No caso da Educação Patrimonial, utilizando os fósseis e os sítios, os sujeitos (educadores e estudantes), além de conversar com o universo sociocultural, relacionam-se também com as suas trajetórias histórico-temporal na paisagem natural em que se está inserido. O professor será então um mediador do “despertar” do pensamento criativo, que é essencial ao desenvolvimento humano, pois amplia a possibilidade de responder as questões emergentes do tempo atual, valorizando as capacidades cognitivas de fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração que são características básicas para a criatividade.

Nesse ponto da discussão sobre a geoconservação dos sítios paleontológicos, é pertinente ampliar a perspectiva sobre cultura, potencialidades de geração de renda e desenvolvimento para as comunidades que moram no entorno destes sítios.

A cultura compreende, de forma ampla, valores, ideias, símbolos, comportamentos pelos quais a sociedade se relaciona com os seres humanos e a natureza. A cultura também engloba formas de expressão e manifestações culturais, resultado da criação e atividade humana, que parte das tradições, atualiza-se com a incorporação de novas tecnologias e se define em políticas culturais.

Essas políticas, definidas em vários âmbitos de gestão (federal, estadual, municipal), tem como base a afirmação da cultura como direito do cidadão. Nesse sentido, as pes-

soas têm direito a: produzir cultura apropriando-se dos meios culturais já existentes ou inventando outros significados; ter acesso a esses bens; ter informação sobre os serviços culturais da sua cidade; usufruir os espaços para debater, refletir, criticar; participar das decisões quanto ao fazer cultural.

Nesse sentido, é importante conhecer as singularidades das localidades e municípios, as formas de habitar o espaço e se relacionar com o ambiente natural, o patrimônio existente e as possibilidades de investimento e desenvolvimento regional.

O que distingue o cearense e sua cultura? Conforme destaca Gilmar de Carvalho, há o caráter guerreiro, a disposição para enfrentar adversidades, a determinação, a ideia de se espalhar pelo mundo como estratégia de sobrevivência, a capacidade de não desistir, a luta contra o sol, a terra, a falta d'água; e ainda o humor, a irreverência, a capacidade de rir de si mesmo. Esses aspectos dialogam com as características do território, com paisagens encontradas e devem ser levados em consideração na elaboração de políticas culturais.

A preservação do patrimônio está ligada à questão da memória, que é um elemento valorativo, de uso simbólico; pois, ao pensar o passado, no curso do presente, surgem novos significados e compreensões da realidade. Assim, por exemplo, saber da existência anterior de um ambiente diferente do atual, de paisagens desaparecidas, o que é possível a partir do estudo dos fósseis, pode agregar novos sentidos para as comunidades que habitam esses lugares. Ao acessar esse conhecimento, essa memória que ficou preservada nas rochas, as pessoas podem atribuir um outro valor ao seu local. É possível pensar na necessidade de preservar aquilo que está ainda conservado *do não retornará mais*, salvando-o da perda total. Por isso a importância de revisitar o passado, que se faz presente a partir da preservação dos sítios paleontológicos.

A questão da memória também se apresenta quando se discute o patrimônio como sendo um bem econômico. Nesse sentido, é importante compreender mais sobre economia criativa.

A economia criativa tem como base atividades, produtos ou serviços desenvolvidos a partir do conhecimento e da criatividade, objetivando gerar trabalho e renda. Segundo a UNESCO, é um dos setores da economia de mais rápida expansão em todo mundo. Por meio da economia criativa, é possível obter e/ou aumentar a renda para o município e para as pessoas, gerando e distribuindo bens e serviços com valor simbólico e econômico, ou seja, bens únicos que expressam as características culturais, ambientais e sociais de cada região.

Um conjunto de setores variados podem ser incluídos na economia criativa, dentre os quais se destacam: a arquitetura, o designer, a moda, o artesanato, a gastronomia, o audiovisual, a música, o turismo cultural, as artes cênicas, as artes visuais, a cadeia do entretenimento, a pesquisa e desenvolvimento científico e a publicidade e propagan-

da. A matéria-prima de uma economia criativa é o conhecimento humano, a pesquisa acadêmica, a criatividade, a cultura local, a diversidade cultural e os recursos naturais.

O reconhecimento dos sítios paleontológicos, por exemplo, pode agregar valor à produção artesanal das regiões onde se encontram e contribuir para o desenvolvimento de pequenos municípios, por ser um trabalho que reúne diferentes técnicas manuais de produção. Além disso, pode estimular negócios diversos, desde o turismo, serviços de hospedagem e gastronomia, lazer e entretenimento. Assim, a singularidade do patrimônio confere a valorização econômica de produtos criativos.

Ressalta-se a importância do acesso ao conhecimento e à informação, que são essenciais ao desenvolvimento humano e permitem o necessário intercâmbio entre as pessoas e os ambientes em que habitam.

Cada região ou cidade possui características próprias, que devem ser estudadas e exploradas de forma a garantir o sucesso do investimento na economia criativa ou minimizar as dificuldades que possam se apresentar. O desenvolvimento local depende da capacidade das pessoas e da sociedade de se estruturarem e de se mobilizarem com base nas suas potencialidades e na sua cultura, para definir e explorar suas prioridades e especificidades.

Uma das principais características da economia criativa é a sua capacidade de reorganização do sistema de produção de bens e serviços. Os setores criativos trabalham em Rede, ou seja, suas atividades se desenvolvem em uma cadeia de múltiplos produtores para inúmeros consumidores. Este aspecto é importante na distribuição de renda, geração de oportunidades de emprego e desenvolvimento social, mesmo em tempos de crise.

É ainda importante destacar a necessidade de políticas públicas que possam contribuir para o fortalecimento da economia criativa. Essas políticas devem visar reduzir as desigualdades regionais e ativar os potenciais de desenvolvimento das localidades, oferecendo as condições necessárias para o aproveitamento das oportunidades, através da capacitação das pessoas e do fortalecimento das organizações socioprodutivas.

Nesse contexto, o turismo, se devidamente planejado e organizado, pode ser uma política pública indutora do desenvolvimento desses municípios associando a geoconservação à atividade turística que possa qualificar e distinguir esses lugares dotados de sítios paleontológicos.

A produção de estudos paleontológicos em nossa região são registros de grande riqueza e, uma vez indetificados e catalogados, são a base que viabiliza a transformação do caráter excepcional desses lugares, tornando-os atrativos turísticos capazes de conquistar visitantes.

Tendo em vista que os municípios onde foram encontrados sítios paleontológicos têm, em geral, uma atividade econômica baseada na agricultura e pecuária, o desenvolvimento do turismo associado ao patrimônio natural pode constituir um fator de grande relevância no contexto local-regional, levando em consideração a possibilidade de mesclar turismo científico, turismo de aventura e turismo rural.

A oferta de equipamentos que associem a geoconservação ao turismo tendem a promover outras experiências aos visitantes, desde percurso entre os diversos sítios paleontológicos com pontos de observação ou contemplação a espaços de sociabilidade e interação com a cultura e o público local. Essa é uma possibilidade de articulação com a economia criativa que integre muitas atividades no entorno dos sítios paleontológicos, a exemplo de um centro de comercialização de produção do lugar.

Ressalta-se ainda que o público-alvo – visitantes dos sítios paleontológicos – é diverso nos segmentos sociais e faixa etária, com destaque para os estudantes, desde as séries iniciais até a pós-graduação de forma multi e interdisciplinar (Figura 05). O poder transformador da educação, conforme descrito por Paulo Freire, impulsiona a percepção que existem múltiplas dimensões, entre elas as afetivas, cognitivas, éticas, estéticas, políticas, culturais, sociais e ecológicas que despertam um olhar mais crítico sobre o mundo.

Figura 05 – Sítio Paleontológico do Zipu (Reriutaba) com uma turma de formação de professores (PARFOR/ CAPES/UVA).



Foto: T. A. Lima.



Patrimônio paleontológico do Ceará

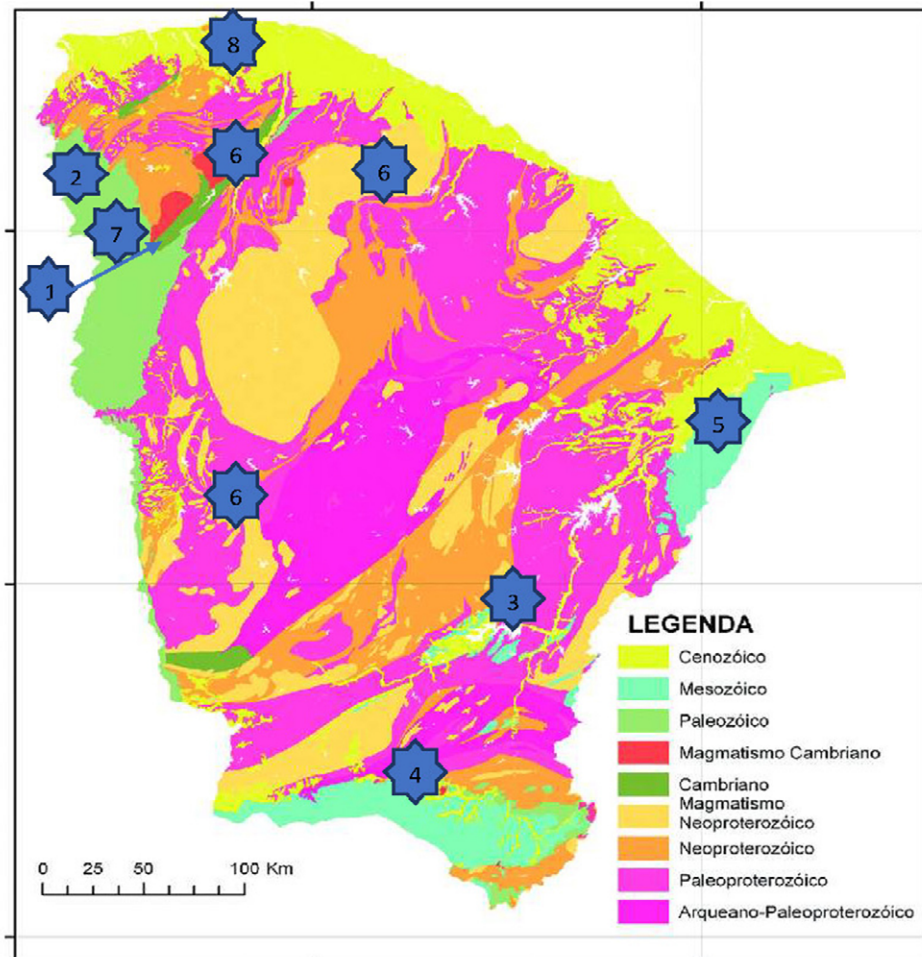
Os fósseis do Ceará foram descobertos ainda no século XIX, com ênfase aos registros da região do Araripe, ao sul do estado (VIANA, 1997; FREITAS *et al.*, 2005). Desde então, vêm sendo estudados e discutidos pelos cientistas e difundidos amplamente pela academia e sociedade em geral. Devido ao fato de serem muito bem preservados e trazerem novidades importantes para a evolução da vida e do planeta, são também alvo de colecionadores e museus do mundo inteiro. Isto desencadeou o tráfico ilegal deste patrimônio, uma vez que esse comércio não está legalizado no Brasil (ver Capítulo II).

Com o avanço da ciência e o desenvolvimento tecnológico, a paleontologia moderna utiliza-se de ferramentas sofisticadas, como a microscopia eletrônica, tomografia computadorizada, espectrometria de massa, espectroscopia vibracional (Raman e IR), difração de raios-X, mapeamentos de espectroscopia de raios-X, dentre outras técnicas. A aplicação desses instrumentos também tem trazido destaque aos fósseis do Ceará, como a descoberta de um coração preservado em um peixe fossilizado na Bacia do Araripe, revelando um tipo de válvula cardíaca mais complexa que a dos peixes atuais (MALDANIS *et al.*, 2016). Outro estudo importante mostrou o envolvimento de elementos químicos como o flúor na preservação de formas delicadas, como camarões, garantindo maior durabilidade desses materiais (BARROS *et al.*, 2019).

A grande relevância da paleontologia na região do Araripe, além das demais riquezas naturais e culturais, conduziu à criação do Geoparque Araripe com a chancela da UNESCO em 2006. Um geoparque é uma área cujo Patrimônio Geológico é exuberante e deve ser preservado para as gerações futuras envolvendo a cultura, a educação e a sustentabilidade desse território. Esse é o primeiro geoparque das Américas, com vasto território (3,796 km²) que abrange seis cidades do interior do Ceará, mais especificamente a região conhecida como Cariri (LIMA *et al.*, 2012). Essa conquista aponta para uma alternativa espetacular de sustentabilidade para as gestões dos municípios envolvidos e para o desenvolvimento do Estado do Ceará.

Os fósseis no Ceará (Figura 06) ocorrem nos terrenos sedimentares (antigos locais de deposição de sedimentos), como as bacias do Parnaíba, Araripe, Apodi e Iguatu-Icó-Lima Campos, Malhada Vermelha, ou os Depósitos de tanques, lagoas e cavernas, formados ao longo do tempo geológico. As bacias desse estado foram originadas nas eras Paleozóica e Mesozóica, enquanto os depósitos de tanques e cavernas são bem mais recentes, sendo correspondentes ao Pleistoceno-Holoceno.

Figura 06 - Mapa geológico do Ceará com os locais das ocorrências fossilíferas. Era Paleozóica: Bacia do Jaibas (1) e do Parnaíba (2); Era Mesozóica: Bacias de Iguatu-Icó-Lima Campos Malhada Vermelha (3), do Araripe (4); e do Apodi (5); Era Cenozóica: Depósitos de Tanques (6) e de Cavernas (7), além de eolianitos (8).



Fonte: Modificado de Cavalcanti & Cavalcante (2014).

Bacias paleozoicas

No extremo oeste do Ceará ocorrem duas bacias paleozoicas – a Bacia do Jaibaras, restrita ao Ceará e a Bacia do Parnaíba, estendendo-se de uma estreita faixa no estado, incluindo todo o Piauí, parte do Maranhão e do Tocantins.

A Bacia do Jaibaras, localizada em uma estreita faixa (Figura 06, 1) foi originada no Cambriano (530-490 milhões de anos) em ambiente de rios e lagos, evidenciados nas formações Massapê (na base), Pacujá (intermediária) e Aprazível (no topo). Até o momento, não possui fósseis estudados; apenas um trabalho preliminar registrou indícios de atividades microbianas nos arenitos lacustres da Formação Pacujá (Figura 07).

Figura 07 – Rocha da Formação Pacujá com rugosidade na superfície que pode ser indicativo de atividades microbianas. A barra mede 1 cm.

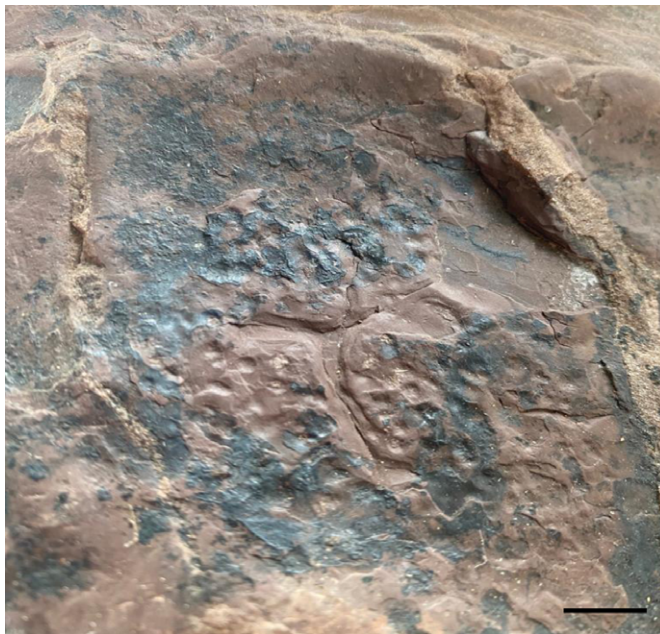


Foto: M. S. S. Viana.

A Bacia do Parnaíba situa-se no extremo oeste do Ceará (Fig. 06, 2), estendendo-se para o Estado do Piauí, e possui, no nosso estado, seus terrenos constituídos geologicamente pelo Grupo Serra Grande, do período Siluriano (440-420 milhões de anos). Essa unidade geológica é composta por três formações rochosas dispostas da base para o topo: formações Ipu, Tianguá e Jaicós. Tal sequência sedimentar foi originada em sistema transgressivo-regressivo completo, significando que, na região da Ibiapaba, naquela época, havia uma grande área deprimida onde, inicialmente, corriam rios associados a uma geleira ao sul (Formação Ipu); em seguida, houve a instalação de um mar interior (Formação Tianguá) e retornando depois ao regime fluvial (Formação Jaicós). Esses terrenos são reconhecidos em uma exuberante elevação denominada serra da Ibiapaba, disposta na direção norte-sul, com altitude média de 750 m.

A riqueza fossilífera do Grupo Serra Grande inclui microfósseis (Figura 08), mol- des de invertebrados marinhos (Figura 09) e icnofósseis (Figura 10). Esse registro pa- leontológico é difícil de ser identificado por leigos, por isso, para sua contemplação, a interpretação do patrimônio é imprescindível, ou seja, as informações devem vir re- cheadas de significado da história paleoambiental e da evolução dos organismos que ficaram fossilizados. Interessante seria contar essa história do mundo há mais de 400 Ma., quando o sertão era mar, era frio e a Terra não tinha habitantes, nem plantas ou animais. Nessas praias antigas, ficaram o testemunho dos microrganismos e dos inver- tebrados como conchas, anêmonas, esponjas, vermes, entre outros. Os invertebrados também deixaram seus rastros no fundo da lama ou da areia.

Figura 08 – Representação ampliada proporcionalmente dos microfósseis que já foram encontrados no Grupo Serra Grande. Fonte: Modificado de Santos e Carvalho (2009).



QUITINOZOÁRIOS

1. *Ancyrochitina ancyrea* Eisenack, 1955
2. *Conochitina dolosa* Lanfeld, 1967
3. *Cyathochitina* sp.
4. *Desmochitina* sp.

ACRITARCAS

5. *Baltisphaeridium* sp.
6. *Dactylofusamaranhensis* Brito & Santos, 1965
7. *Leiofusabersnega* Cramer, 1964
8. *Leiofusa striatifera* Cramer, 1964
9. *Micrhystridium stellatum* Deflandre, 1942
10. *Veryhachium carminae* Cramer, 1964
11. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack) Cramer, 1964

Figura 09 – Molde de invertebrado marinho, encontrado na cachoeira do frade em Ubajara-CE.



Foto: M. S. S. Viana.

Figura 10 – *Artrhophycus* (rastro de anelídeos marinho) encontrado na cachoeira do Engenho Velho, em Viçosa do Ceará. A barra mede 1 cm.



Foto: M. S. S. Viana.

Bacias mesozoicas

As bacias mesozoicas do Ceará incluem as de pequena extensão situadas no centro-sul do estado, que são Iguatu-Icó-Lima Campos e Malhada Vermelha (integralmente localizadas no nosso estado), assim como as com maior extensão relativa como as bacias do Araripe, no limite sul com Pernambuco e Potiguar, no limite leste com o Rio Grande do Norte. As pequenas bacias não apresentam relevo acentuado, enquanto as demais expressam geomorfologias de chapada – as chapadas do Araripe (ao sul) e do Apodi (a leste).

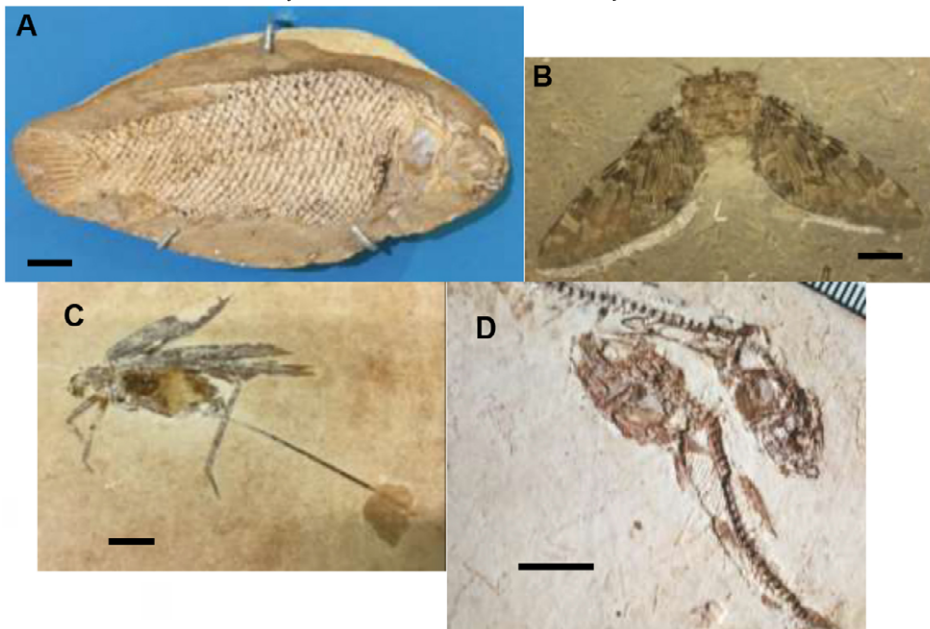
As bacias menores, Iguatu-Icó-Lima Campos e Malhada Vermelha (Figura 06, 3), foram depositadas em sistemas fluviais e lacustres, e suas rochas apresentam material não muito bem preservado e muito fragmentado. Nas suas rochas, ocorrem microfósseis (ostracodes, polens e esporos), fragmentos de vegetais indeterminados, bem como abundantes superfícies com icnofósseis de invertebrados e também de vertebrados (pegadas de dinossauros), além de escamas de peixes. Os fósseis corporais de invertebrados incluem conchostráceos, moluscos e uma provável ocorrência de larva de inseto; os vertebrados ocorrem sempre em pequenos fragmentos como dentes de tubarões, ossos cranianos de peixes celacantiformes e semionotiformes, e, também, um osteodermo de crocodilomorfo (PINHEIRO *et al.*, 2011).

A Bacia do Araripe (Figura 06, 4) está localizada ao sul do estado, estendendo-se para os estados do Piauí e Pernambuco. Possui uma sequência sedimentar que se inicia na Era Paleozoica, com os depósitos silurianos do Grupo Cariri (Formação Mauriti), passando depois para terrenos mesozoicos englobando o período Jurássico (formações Brejo Santo e Missão Velha) e o período Cretáceo (formações Abaiara, Barbalha, Crato, Ipubi, Romualdo, Arajara e Exu) (ver Figura 11). Assine (2007) descreve a estratigrafia desses depósitos. Na Formação Mauriti, só foram encontrados, até o momento, icnofósseis. Na Formação Brejo Santo, os ostracodes (microfósseis) ajudaram na datação do Jurássico, mas ainda foram observados ossos e escamas de peixes (semionotídeos, tubarões e celacantos), além de crocodilomorfos e fragmentos de prováveis dinossauros. A Formação Missão Velha é conhecida por guardar troncos e fragmentos diversos de madeira silicificada. A Formação Abaiara somente apresentou registros de microfósseis (ostracodes). Na Formação Barbalha, ocorrem localmente ostracodes, conchostráceos, além de fragmentos de vegetais e de peixes. As formações Crato, Ipubi e Romualdo são as mais conhecidas em termos de registros paleontológicos (ver Tabela 02). A Formação Arajara conta com a presença de icnofósseis e a Formação Exu apresenta-se afossilífera.

Tabela 02 - Lista de fósseis cretácicos da Bacia do Araripe (de acordo com Saraiva *et al.*, 2021).

Plantas	Coníferas, Gnetales, Gimnosperma <i>Incertae sedis</i> , Angiospermas.
Algas	<i>Botryococcus</i> sp.
Fungos	Agaricaceae
Moluscos	Biválvios e Gastrópodes.
Crustáceos	Camarões, Caranguejos, Copépodes, Ostracodes e Conchostráceos.
Miriápodes	Scutigermorpha e Scolopendromorpha.
Aracnídeos	Escorpiões, Uropígios, Amblipígios, Solífugos, Ácaros e Aranhas.
Insetos	Hemiptera, Dermaptera, Orthoptera, Phasmatodea, Ephemeroptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Trichoptera, Coleoptera, Raphidioptera, Mantodes, Odonata, Neuroptera, Blattodea, Diptera.
Equinodermas	Clypeidae, Toxasteridae, Hemiastereridae.
Peixes	Elasmobrânquios, Actinoptérígios e sarcopterígios.
Anfíbios	Anuros.
Tartarugas	Pleurodira e Criptodira,
Crocódilos	Mesoeucrocodylia, Trematochampsidae
Lagartos e cobras	Scleroglossa, Ophidia.
Pterossauros	Anhangueridae, Tapejaridae, Pterodactyloidea.
Dinossauros	Spinosauridae, Coelurosauria.
Aves	Enantiornithes.
Ícnofósseis	<i>Planolites</i> , <i>Taenidium</i> , <i>Gordia</i> ; coprólitos, ovos de crocodilo e de insetos em planta.

Figura 11 – Alguns fósseis cretácicos da Bacia do Araripe. A. Um peixe marinho, exposto no Museu de Santana do Cariri-CE (a barra mede 3 cm); B. Uma borboleta da coleção do Museu da Geodiversidade-RJ (a barra mede 1 cm); C. Peixes lacustres borboleta da coleção do Museu da Geodiversidade-RJ (a barra mede 1 cm); D. Um grilo borboleta da coleção do Museu da Geodiversidade-RJ (a barra mede 1 cm).



Fotos: M. S. S. Viana.

A Bacia Potiguar localiza-se no extremo leste cearense em uma faixa norte-sul, que corresponde à chapada do Apodi (Figura 06, 5), e ainda continua no estado do Rio Grande do Norte. A sua sequência sedimentar, em terrenos cearenses, iniciou-se com a deposição sedimentar de arenitos fluviais da Formação Açu (Cretáceo Inferior - cerca de 120 milhões de anos), havendo, em seguida, uma ingressão marinha (calcários da Formação Jandaíra) no Cretáceo Superior, cerca de 80 milhões de anos (PESSOA NETO *et al.*, 2007). A Formação Jandaíra é a unidade com fósseis mais representativos da bacia (Figura 10), incluindo desde microfósseis (foraminíferos, ostracodes, palinómorfs e nonofósseis) e moluscos (biválvios – Figura 12, gastrópodes e cefalópodes), abundantes, mas pouco diversificados, além de raros equinóides (SANTOS *et al.*, 1994). Do lado norterriograndense, já foram encontrados dinossauros e suas pegadas na Formação Açu (SANTOS *et al.*, 2005).

Figura 12 – Alguns fósseis de moluscos cretácicos da Bacia Potiguar.



Foto: M. S. S Viana.

Depósitos quaternários

Os depósitos quaternários incluem áreas reduzidas de sedimentação de três tipos:

1. Em tanques, distribuídos em depressões nos lajedos por todo sertão nordestino;
2. Em cavernas, especialmente na região da Ibiapaba Norte;
3. Em dunas, no litoral (eolianitos).

Os Depósitos de Tanque

Os depósitos de tanque (Figura 06, 6; Figura 13) são acumulações de sedimentos em fendas alargadas nas rochas do embasamento cristalino, formando locais de reservatórios de água nas estações chuvosas. No passado, até cerca de 10.000 anos, além de armazenar água da chuva, esses tanques serviram de bebedouros para animais como preguiças e tatus avantajados no tamanho. Na época das enxurradas, suas carcaças iriam parar no fundo dessas “lagoas”, junto com muita areia, lama e seixos que as soterraram e preservaram como fósseis. Atualmente, encontramos ossadas gigantes quando escavamos esses locais para acumular água no inverno, incluindo herbívoros como preguiças, tatus, mastodontes, xenorinotérios e toxodontes, além do predador tigre dente-de-sabre (ver Tabela 03).

Figura 13 – Depósito de tanque em Santa Quitéria



Fonte: M.S.S. Viana.

A presença desses animais de grande porte, aqui no Nordeste, ocorreu em um período geológico chamado de Pleistoceno, com duração entre 2,5 milhões de anos até 10 mil anos. Por isso, esse grupo é conhecido como “Megafauna Pleistocênica”. Eles compunham uma paisagem diferente da atual com vegetação e água abundante que fosse capaz de alimentar esses herbívoros gigantes, talvez, semelhante à Savana Africana (Figura14). Um drástico aquecimento regional modificou esta cena e fez secar os tanques e desaparecer as árvores maiores. Esses animais foram, aos poucos, extinguido-se, dando lugar aos componentes faunísticos e florísticos da Caatinga.

Tabela 03 – Lista dos fósseis de mamíferos encontrados em depósitos de tanques no Ceará (de acordo com Ximenes, 2008 e Viana, 2018). (*) Táxons ainda viventes no Brasil.

NOME CIENTÍFICO	DESCRIÇÃO SIMPLIFICADA
<i>Arctotherium</i> Bravard, 1854	Urso.
<i>Eremotherium laurillardi</i> Lund, 1842	Preguiça terrícola gigante, de até 5 t.
<i>Scelidodon</i> (= <i>Catonix</i>) <i>cuvieri</i> Ameghino, 1891	Preguiça terrícola média, de até 500 kg.
<i>Glossotherium</i> sp. Owen, 1840	Preguiça terrícola média, de até 500 kg.
<i>Nothrotherium maquinense</i> (Lund) Lydekker, 1889	Pequena preguiça terrícola, de até 50 kg.
<i>Xenocnus cearensis</i> Paula Couto, 1980	Pequena preguiça terrícola, de até 50 kg.
<i>Glyptodon clavipes</i> Owen, 1839	Animal encouraçado, de porte gigante.
<i>Panochthus</i> sp. Burmeister, 1866	Animal encouraçado, de porte gigante.
<i>Panochthus greslebini</i> Castellanos, 1941	Animal encouraçado, de porte gigante.
<i>Holmesina paulacoutoi</i> Cartelle e Bohorquez, 1985	Um tatu gigante, encouraçado.
<i>Toxodon platenses</i> Owen, 1840	Animal de grande porte, de até 2 t.
<i>Xenorhinotherium babiense</i> Cartelle e Lessa, 1988	Semelhante a um camelo, com tromba.
<i>Stegomastodon waringi</i> Holland, 1920	Parente extinto dos atuais elefantes.
<i>Hippidion principalis</i> Lund, 1846	Pequeno cavalo extinto.
<i>Equus</i> (<i>Amerhippus</i>) <i>neogaeus</i> Lund, 1840	Pequeno cavalo extinto.
* <i>Tayassu pecari</i> Link, 1975	Um tipo de “porco” selvagem.
<i>Palaeolama major</i> Liais, 1872	Um tipo de lhama extinta.
* <i>Mazama gouazoubira</i> Fischer, 1814	Pequeno cervo de habitats florestais.
* <i>Ozotoceros bezoarticus</i> Linnaeus, 1758	Pequeno cervo do cerrado.
* <i>Cerdocyon thous</i> Linnaeus, 1766	Pequeno canídeo (raposa) do cerrado e caatinga.
<i>Procyon troglodytes</i> Lund, 1838	Pequeno cachorro selvagem.
<i>Smilodon populator</i> lund, 1842	Grande felino, com presas de 30 cm (tigre dentes-de-sabre).
* <i>Felis</i> sp. Linnaeus, 1758	Pequeno felino (gato-do-mato).

Figura 14 – Representantes da megafauna pleistocênica no Ceará. A. Xenorrinotério; B. Notiomastodon; C. Toxodonte; D. Preguiça gigante; E. Tatu gigante.



Fonte: VIANA, 2018; Desenho de J. V. P. Moreira, 2018.

Os Depósitos de caverna

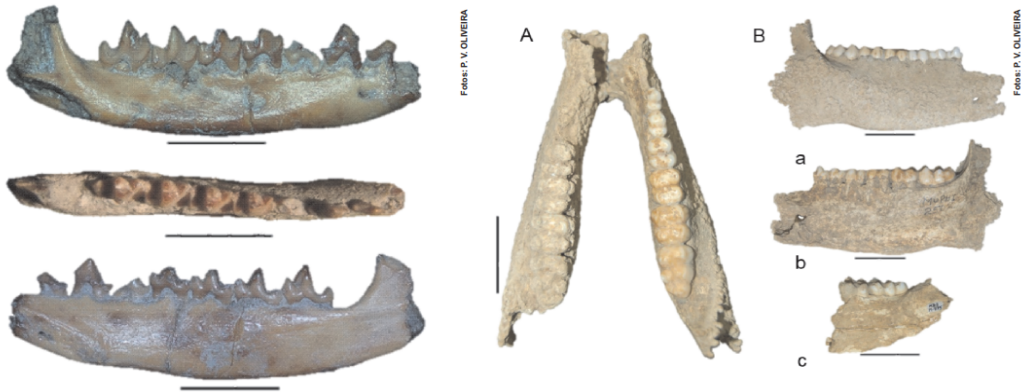
A sedimentação em cavernas ocorre nos sistemas de canais subterrâneos que são formados pela dissolução de rocha carbonática, em contato com a água. Ali, as condições alcalinas dos solos e da água são favoráveis à fossilização de restos orgânicos. Na área do Parque Nacional de Ubajara (Figura 06, 7; Figura 15), existem 14 cavernas onde já foram encontrados diversos fósseis de moluscos, répteis e mamíferos (Figura 16), principalmente (Tabela 03). O material foi datado através de Termoluminescência dos sedimentos em cerca de 8.000 anos.

Figura 15 – Caverna no Parque Nacional de Ubajara



Fonte: Oliveira (2010).

Figura 16 – Fósseis encontrados na caverna do Urso Fóssil no Parque Nacional de Ubajara. À esquerda, *Monodelphis sp. e*, à direita, *Tayassu pecari*. As barras medem 1 cm.



Fonte: Oliveira (2010).

Tabela 04 – Lista dos fósseis encontrados em depósitos de cavernas no Ceará (de acordo com Viana, 2018). (*) Táxons ainda viventes no Brasil.

	NOME CIENTÍFICO	DESCRIÇÃO SIMPLIFICADA
M A M Í F E R O S	<i>Arctotherium brasiliense</i> Lund, 1839	Urso.
	* <i>Tayassu pecari</i> Link, 1795	Um tipo de “porco” selvagem.
	<i>Tapirus terrestres</i> Linnaeus, 1758	Anta.
	* <i>Mazama</i> sp. Rafinesque, 1817	Pequeno cervo de habitats florestais.
	<i>Coendou prehensilis</i> Linnaeus, 1758	Porco-espinho.
	<i>Cabassous</i> sp. McMurtrie, 1831	Pequeno tatu.
	<i>Dasyopus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Pequeno tatu.
	<i>Euphactus sexcinctus</i> Linnaeus, 1758	Pequeno tatu.
	<i>Dasyopus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758 <i>Euphactus sexcinctus</i> Linnaeus, 1758 <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	Gambá.
	<i>Monodelphis</i> sp. Burnett, 1830	Pequeno marsupial.
	<i>Kerodon</i> sp. Cuvier, 1825	Mocó.
	<i>Thrichomys</i> sp. Trouessart, 1880	Pequeno roedor.
	<i>Procyon cancrivorus</i> Cuvier, 1798	Guaxinim.
RÉPTEIS	<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758	Serpente.
	<i>Tropidurus</i> Wied, 1824	Serpente.
MOLUSCOS	<i>Anostoma octodentata</i> Waldeheim, 1807	Gastrópode terrestre.
	<i>Biotoc subajarensis</i> Leme, 1980	Gastrópode terrestre.
	<i>Anostoma octo dentata</i> Waldeheim, 1807 <i>Biotoc ubajarensis</i> Leme, 1980 <i>Orthalicus prototypus</i> Pilsbry, 1899	Gastrópode terrestre.
	Subulinidae indet.	Gastrópode terrestre.
	<i>Tomigerus</i> sp. Spix, 1827	Gastrópode terrestre.

Os Eolianitos

As dunas são depósitos sedimentares inconsolidados resultantes do transporte eólico (pelo vento) de grãos de areia que estão dispostas ao longo de todo o litoral cearense (Figura 06, 8). Às vezes, a vegetação pode adaptar-se a esse substrato (areia inconsolidada com pouca água) e, com o tempo, formar um solo mais endurecido. Se nessa condição houver soterramento, é possível que sejam formados os eolianitos, que são rochas originadas em condições eólicas e podem conter restos de raízes, caules e conchas (Figura 17). Esse material foi datado com cerca de 2.000 anos, por isso, não se enquadram como fósseis, mas representam um registro de antigas formas de vida da região. Grande parte desse material é encontrada em posição de vida, apresentando caules ramificados e/ou fistulosos.

Figura 17 – Eolianitos na praia de Camocim. A seta indica uma das marcas de raízes



Fonte: VIANA, 2018, foto: M. J. G. Sousa.



Os sítios paleontológicos do noroeste cearense

Com a finalidade de decidir adequadamente quais ocorrências fossilíferas devem ser consideradas sítios paleontológicos e, por isso, estarem aptas a serem estudadas para definir estratégias de geoconservação, investigaram-se vinte e três ocorrências fossilíferas, em nove municípios, cujos valores científico, educativo e turístico foram calculados de acordo com o método de Brilha, em 2016 e 2018 (ver Apêndice com as planilhas de avaliação). Além disso, também previsto por esse autor, foi avaliado o risco de degradação de cada ocorrência.

Não foram considerados para avaliação os depósitos de tanques nem de cavernas, tampouco os eolianitos do litoral pelos seguintes motivos: os depósitos de tanque, conhecidos até agora, já foram exumados completamente e seus fósseis só podem ser vistos nos museus; os depósitos de cavernas, por estarem localizados no Parque Nacional de Ubajara, encontram-se preservados e não estão abertos para visitação; Os eolianitos ocorrem em dunas, um ambiente dinâmico, de constante mudança e, por isso, não podem receber equipamentos necessários às estratégias de interpretação que sejam duradouros.

Dentre os vinte e três sítios estudados, sete apresentaram valor científico de relevância nacional (cerca de 30%) com bons valores educativos e turísticos. Contudo, esse patrimônio corre risco de degradação (RD), estando 70% dos sítios com RD moderado e 13% com alto RD (ver Apêndice com as planilhas de avaliação).

A maior parte dos sítios paleontológicos encontra-se na serra da Ibiapaba (Figura 18) em terrenos silurianos da Bacia do Parnaíba.

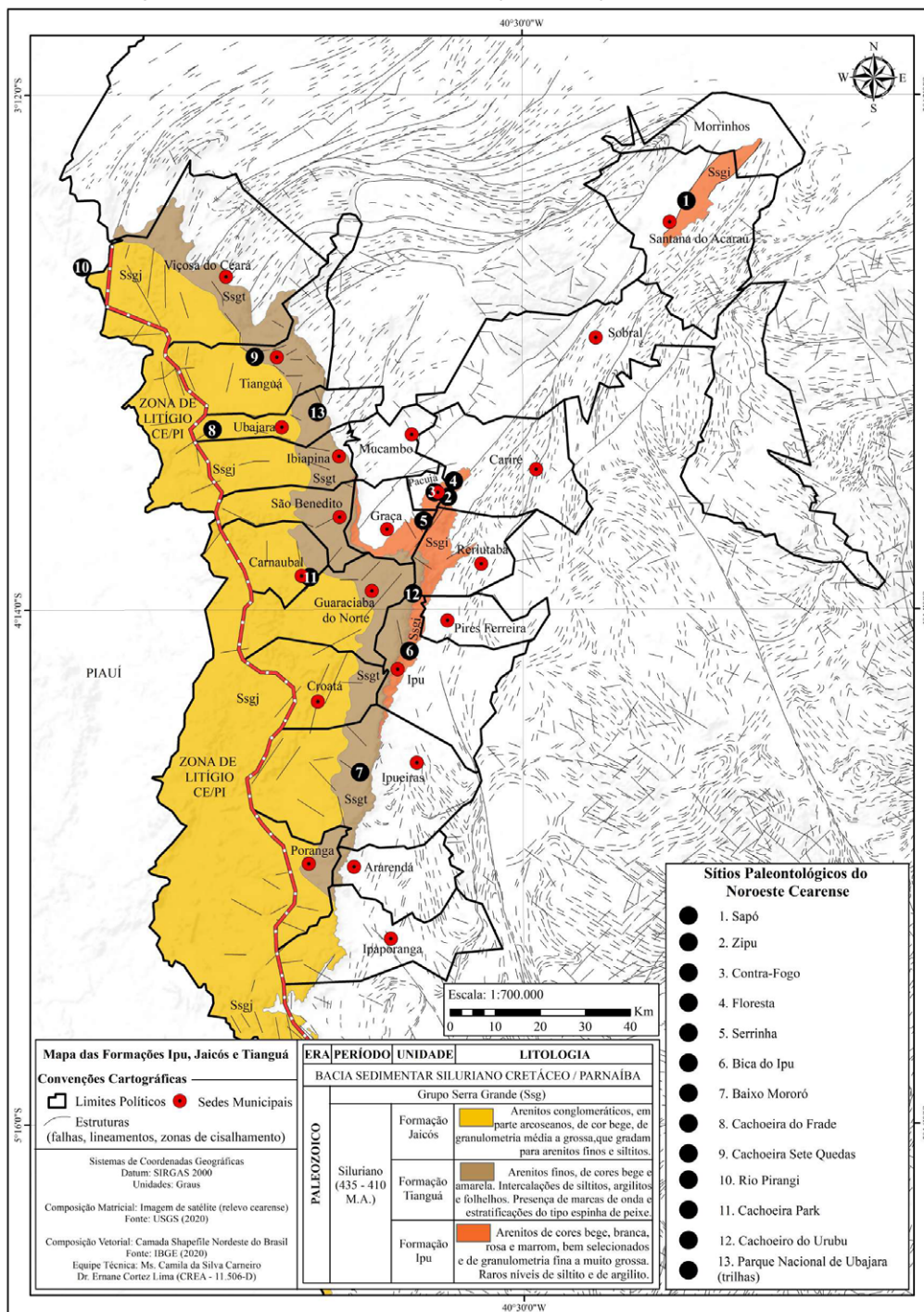
Figura 18 – Vista panorâmica da serra da Ibiapaba.



Foto: M. S. S. Viana.

Tendo em vista os valores gerais obtidos, foram selecionados treze sítios (Figura19), descritos abaixo, que obtiveram valores científicos, educativos e/ou turísticos consideráveis (ver planilhas no Apêndice):

Figura 19 – Mapa dos sítios paleontológicos da região noroeste do Ceará.





SÍTIO 01: SAPÓ (Figura 20)

Coordenada geográfica: 3°24'48.78"S / 40°10'17.63"O

Município: Santana do Acaraú

O sítio encontra-se no distrito de Sapó, localizado a cerca de 10 km ao norte da sede do Município de Santana do Acaraú via BR – 403. O acesso é através de estrada carroçável muito estreita e acidentada. Não há placa indicativa, mas a entrada é de acesso livre, sem nenhum tipo de barreira, porém apresenta desníveis no terreno rochoso que impossibilitam o acesso de veículos, sendo necessária uma caminhada de aproximadamente 300 metros.

Os fósseis estão dispostos por cerca de 300 m ao longo da trilha em blocos de arenitos grossos com níveis de seixos de cores branca, cinza e bege claro que emolduram o caminho. Os fósseis são, em sua maioria, moldes de anêmonas-do-mar evidenciados por seu formato circular e plasticidade corporal, além de poucos icnofósseis. As rochas deste local são da Formação Ipu e fazem parte do mesmo grupo sedimentar que forma a Serra da Ibiapaba (Grupo Serra Grande). Os afloramentos estão organizados na direção do Lineamento Sobral-Pedro II (NE-SW), que são importantes falhas geológicas da região.

As rochas locais evidenciam um paleoambiente fluvio-glacial pela presença de diamicritos (rocha associada a geleiras) intercalados com arenitos depositados em ambiente estuarino. A presença de anêmonas-do-mar é o registro geológico de um ambiente marinho cheio de vida com invertebrados e uma comunidade significativa de anêmonas-do-mar que viveu durante o período Siluriano, há 430 milhões de anos.

LISTA DOS FÓSSEIS:

Invertebrados marinhos:

Moldes de anêmonas-do-mar

Ichnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

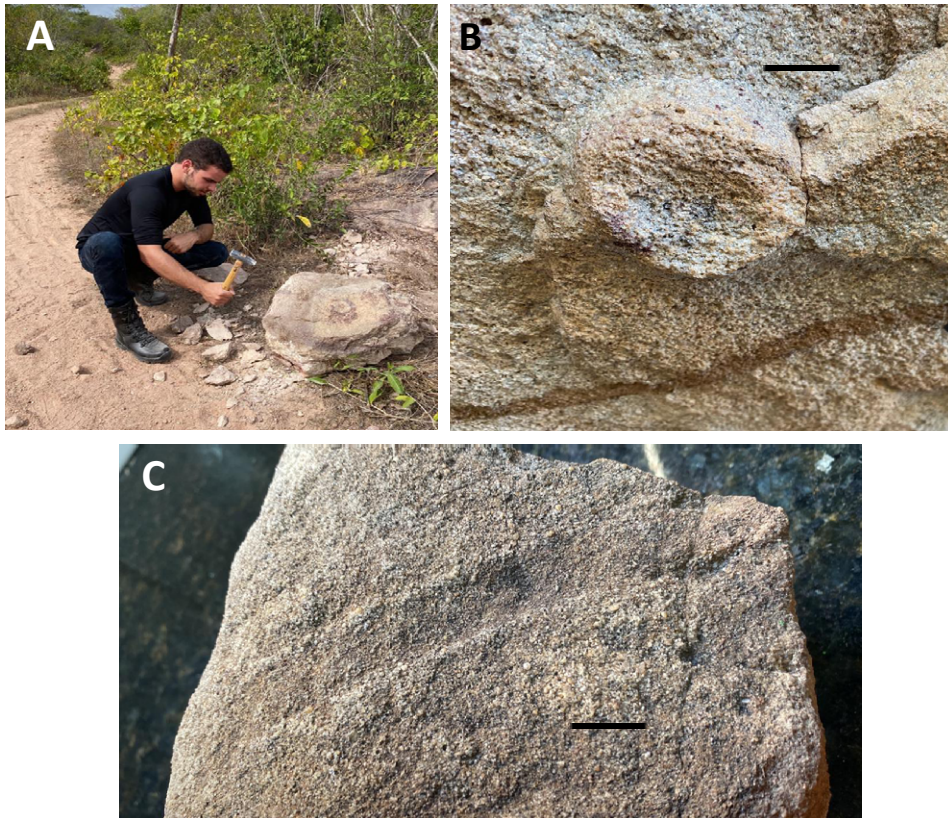
Circulichnis Vyalov, 1971

Palaeophycus Hall, 1847

Planolites Nicholson, 1873

Skolithos Haldemann, 1840

Figura 20 – Sítio Sapó (Santana do Acaraú). A. Resgate de um bloco com fóssil de molde de anêmona-do-mar. B. Molde de anêmona-do-mar (a barra tem 2 cm). C. Icnofóssil (a barra tem 1 cm).



Fotos: M. S. S. Viana.



SÍTIO 02: ZIPU (Figura 21)

Coordenada geográfica: 4° 0'27.15"S / 40°38'57.14"O

Município: Reriutaba

O afloramento deste sítio paleontológico encontra-se no distrito de Zipu, bem próximo à sede municipal de Pacujá. O acesso a este sítio paleontológico pode ser feito saindo da cidade de Pacujá em direção a Reriutaba, via CE-445 por 5,5 km, que dá acesso à estrada de terra que leva até o distrito, à direita. Percorre 500 m por estrada de terra e novamente toma-se a direita por mais 100 m até chegar ao afloramento.

O sítio é um afloramento horizontal de arenitos grossos de cor cinza, medindo cerca de 60 m² (12m de comprimento e 5 m de largura), onde podem ser encontrados fósseis de invertebrados marinhos e moldes de anêmonas da Formação Ipu (Siluriano), testemunhos de quando essa região era coberta por um mar raso. O sítio paleontológico dessa localidade era maior, mas, para construir a estrada para esta localidade, parte dele foi destruído. O representante público do município à época foi notificado pelo Ministério Público e pelo fato. Os fósseis correm risco de degradação, pois estão sem cobertura, placa indicativa ou mesmo uma cerca que possa delimitar sua área.

O local é de fácil acesso, pois está localizado à margem da estrada de terra, e não dentro de uma propriedade; por esta razão, e pela sua proximidade ao município de Pacujá, é utilizado regularmente para aulas de campo de paleontologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú.

LISTA DE FÓSSEIS:

Invertebrados marinhos:

Moldes de anêmonas-do-mar

Icnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Palaeophycus Hall, 1847

Planolites Nicholson, 1873

Figura 21 – Sítio Zipu (Reriutaba). A. Molde de anêmona-do-mar (seta preta) e icnofóssil (seta azul) B. Molde de anêmona-do-mar (contorno pontilhado mostrando disco aboral). (A e B, fotos: M. S. S. Viana) C. Afloramento rochoso com os fósseis. (C, foto: L. C. Duarte).





SÍTIO 03: CONTRA-FOGO (Figura 22)

Coordenada geográfica: 3°59'53.32"S / 40°40'32.10"O

Município: Pacujá

O sítio paleontológico desta localidade encontra-se a 1,5 km da sede municipal. O acesso é feito via CE 445, na direção Pacujá-Reriutaba. O acesso ao sítio é difícil, pois está localizado dentro de uma propriedade privada, a Fazenda Contra-Fogo. Os afloramentos de superfícies areníticas de grossa granulometria com fósseis de moldes de anêmonas-do-mar e icnofósseis de invertebrados marinhos da Formação Ipu, estão localizados próximos ao leito do Riacho Lameirão. A autorização para visita e pesquisa é dada apenas pelos proprietários da fazenda, que não residem na região na maior parte do ano. Os fósseis estão ainda preservados, mas correm risco de degradação por estarem sem nenhuma cobertura ou placa indicativa. Além disso, uma parte dos afloramentos é utilizada para agricultura de subsistência.

LISTA DE FÓSSEIS:

Invertebrados marinhos:

Moldes de anêmonas-do-mar

Iconogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Palaeophycus Hall, 1987

Planolites Nicholson, 1873

Figura 22 – Sítio Contra-Fogo (Pacujá). A. Molde de anêmona-do-mar, em vista lateral (Foto: M. J. G. Sousa).; B. Molde de anêmona-do-mar, em vista oral (RO, região oral) (Foto: F. R. G. Barroso). A barra mede 1 cm; C. Associação de Molde de anêmona-do-mar, em vista oral, com icnofósseis (seta).

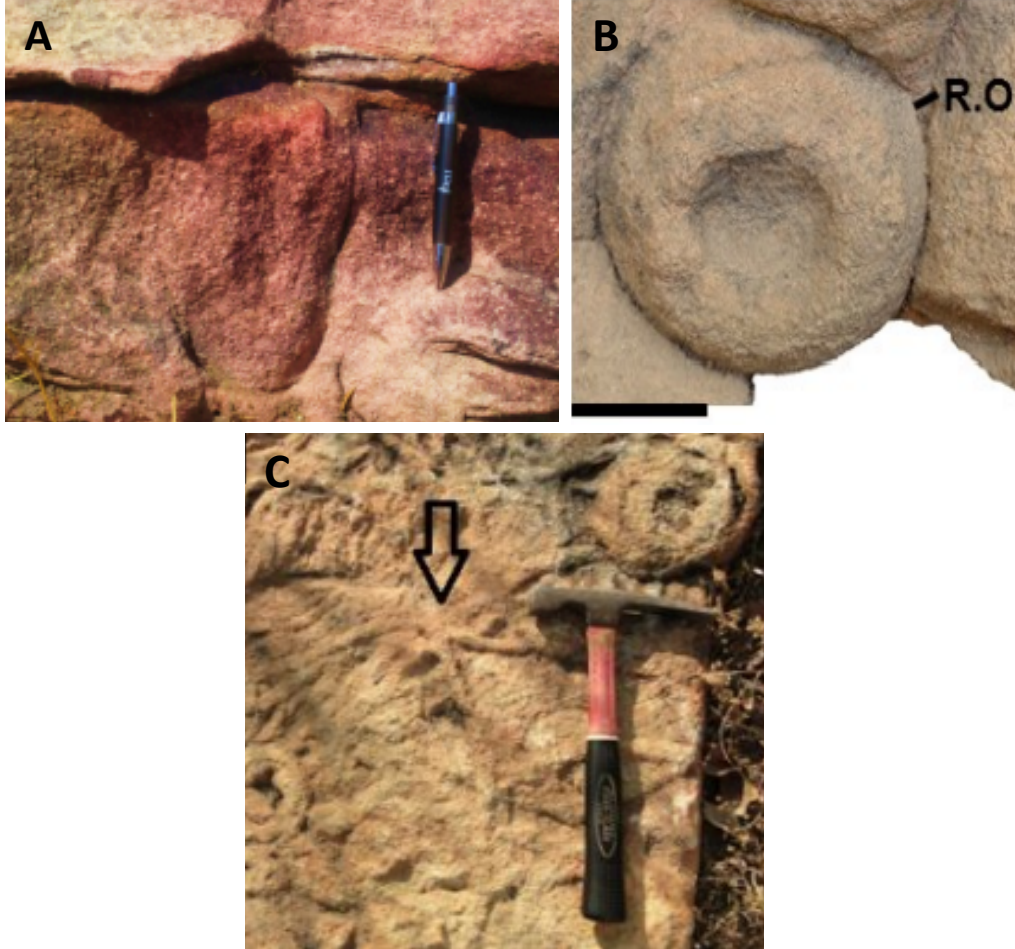


Foto: M. S. S. Viana.



SÍTIO 04: FLORESTA (Figura 23)

Coordenada geográfica: 3°58'30.10"S / 40°38'14.75"O

Município: Pacujá

O acesso é feito percorrendo-se em estrada asfaltada na CE 445, na direção Pacujá-Reriutaba, por 1,6 km; a partir daí, segue-se em estrada carroçável à esquerda para a localidade de Floresta. O afloramento da Formação Ipu é na beira da estrada, do lado direito, a 5 Km da rodovia estadual; trata-se de uma área relativamente ampla (150 x 150 m), onde uma superfície arenítica de granulometria grossa de cor amarelada da Formação Ipu está exposta com muitos fósseis. O local oferece uma bela vista panorâmica do açude Taquara.

LISTA DE FÓSSEIS:

Invertebrados marinhos:

Moldes de anêmonas-do-mar

Iconogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Palaeophycus Hall, 1987

Planolites Nicholson, 1873

Figura 23 – Sítio Floresta (Pacujá). A. Diversos moldes de anêmona-do-mar (setas).
B. Vista panorâmica do afloramento.



Fotos: M. S. S. Viana.



SÍTIO 05: SERRINHA (Figura 24)

Coordenada geográfica: 4°3'17.73"S / 40°41'53.02"O

Município: Pacujá

Essa é a localidade mais distante e de acesso mais difícil. Contudo, é o local mais preservado da região e onde se encontra uma grande abundância de icnofósseis em amplas superfícies de arenitos finos a médios de cor cinza a amarelados da Formação Tianguá.

O acesso é feito por meio de uma estrada carroçável saindo de Pacujá para o sítio Bom Gosto. A partir dessa comunidade, o trajeto é feito a pé por uma trilha para a Serrinha por cerca de 3 Km, em solo pedregoso e relativamente íngreme. O percurso inclui mirante, duas nascentes e algumas cavernas e abrigos no topo da serra. Ainda que seja um lugar de grande beleza cênica e com registros geológicos impressionantes pela diversidade e abundância de fósseis, as dificuldades do acesso ao local são muito limitantes a pessoas com bom desempenho físico.

LISTA DE FÓSSEIS:

Icnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

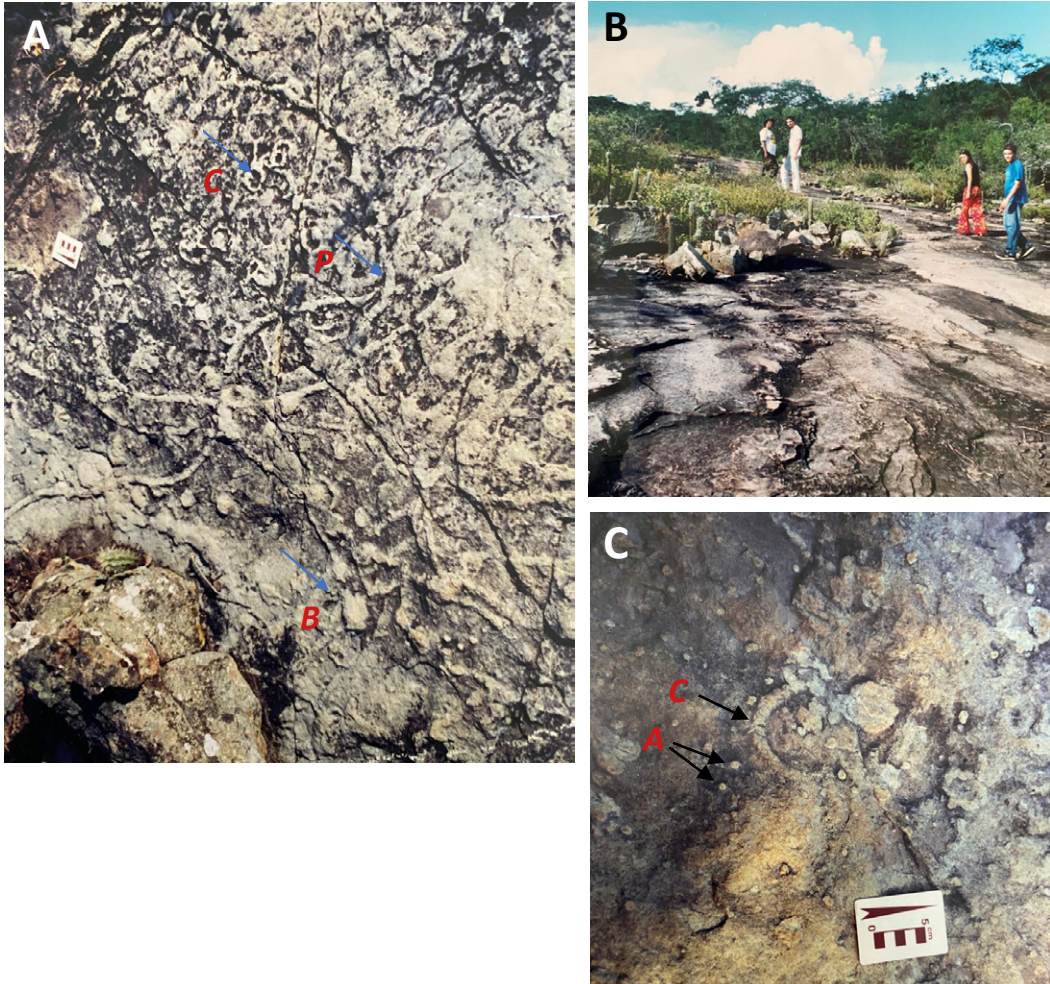
Circulichnis Vyalov, 1971

Palaeophycus Hall, 1847

Planolites Nicholson, 1873

Skolithos Haldemann, 1840

Figura 24 – Sítio Serrinha (Pacujá). A. Diversos icnofósseis (setas: C= *Circulichmis*; P= *Palaeophycus*; B= *Bergaueria*); B. Vista panorâmica do local; C. Detalhe de outros icnofósseis (setas: C= *Circulichmis*; A= *Arenicolites*).



Fotos: M. S. S. Viana.



SÍTIO 06: BICA DO IPU (Figura 25)

Coordenada geográfica: 4°18'60.00"S / 40°43'37.00"O

Município: Ipu

O Parque Municipal da Bica do Ipu está localizado na APA estadual de mesmo nome. Trata-se de um equipamento turístico já reconhecido regionalmente que foi projetado para valorização do cartão postal e símbolo da cidade, a Bica do Ipu, uma queda d'água do tipo véu de noiva de aproximadamente 10 m de altura. O parque é de fácil acesso, a estrada até ele é totalmente pavimentada e dista de apenas 1,5 km da sede municipal. O local conta com uma trilha de baixa dificuldade que acompanha o curso d'água que se forma da queda d'água.

Os icnofósseis podem ser encontrados em blocos rolados de arenito grosso, de cor bege e muito silicificados da Formação Ipu, logo abaixo da queda d'água. Estes são moldes de anêmonas-do-mar e rastros de invertebrados do Siluriano. Níveis conglomeráticos dos arenitos exibem seixos de cores branca, cinza e bege claro. Esse material foi depositado em uma grande variedade de ambientes glaciais-fluviais e estuarino.

O material encontra-se desprotegido e não identificado, com diversas marcas do intemperismo sofrido na sua maior parte pela queda de água.

LISTA DE FÓSSEIS:

Moldes de Anêmonas-do-mar

ICNOGÊNEROS:

Palaeophycus Hall, 1847

Planolites Nicholson, 1873

Figura 25 – Sítio Bica do Ipu (Ipu). A. vista panorâmica do Parque na estação chuvosa (Cortesia: B. F. Terra) B. Foto da Bica na estação seca (Foto: M. S. S. Viana). C. Detalhe dos moldes de Anêmonas-do-mar

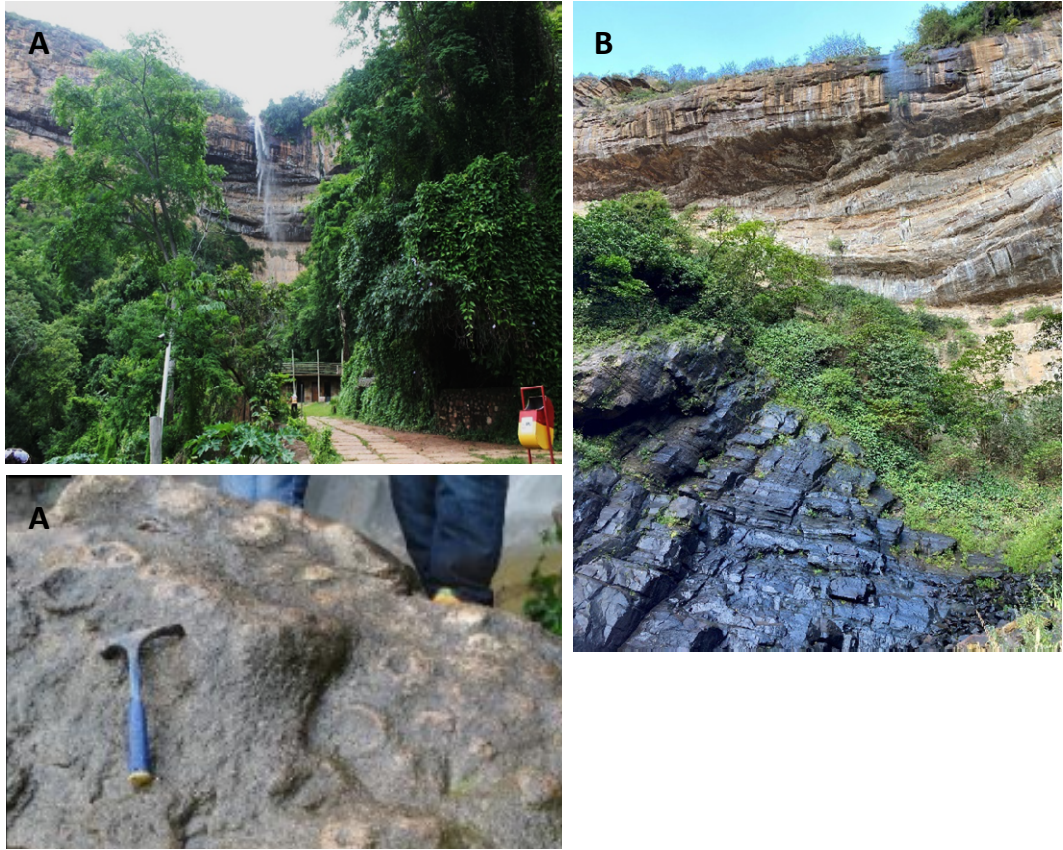


Foto: F.R.G. Barroso.



SÍTIO 07: BAIXO MORORÓ (Figura 26)

Coordenada geográfica: 4°33'35.60"S / 40°49'33.70"O

Município: Ipueiras

Localizado a 21 km do município de Ipueiras, na estrada que liga os distritos de Matriz de São Gonçalo e Baixa do Frade. O trajeto é acessível a qualquer veículo, por meio de estrada de terra.

Foram identificadas três ocorrências significativas com evidente presença de rastros de invertebrados marinhos em arenitos finos a médios, de cor cinza da Formação Tianguá. O maior afloramento encontra-se muito intemperizado, e sobre ele (logo no início, próximo à estrada) foi construída a casa de um popular da região; este afloramento estende-se por 2 km em direção nordeste. O segundo afloramento da mesma rocha, cerca de 200 m estrada à frente, é um bloco de 2 m² que se encontra no limite entre a estrada e uma propriedade privada, com uma cerca marcando esse limite. O acesso a estes locais é feito de maneira simples, sem a necessidade de autorização, pois, apesar de estarem próximos a propriedades privadas, ainda podem ser observados sem ultrapassar o limite delas. O terceiro afloramento está no balneário Paraíso das Águas, onde os fósseis estão à mercê da degradação completa por intervenção realizada no empreendimento.

LISTA DE FÓSSEIS: Moldes de invertebrados marinhos indeterminados.

Ichnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Neoskolithos Kegel, 1966

Palaeophycus Hall, 1847

Planolites Nicholson, 1873

Figura 26 – Sítio Baixo Mororó (Ipueiras). A. Vista geral do afloramento. B. Detalhe dos icnofósseis. C. Superfície mostrando a intensa concentração de icnofósseis.

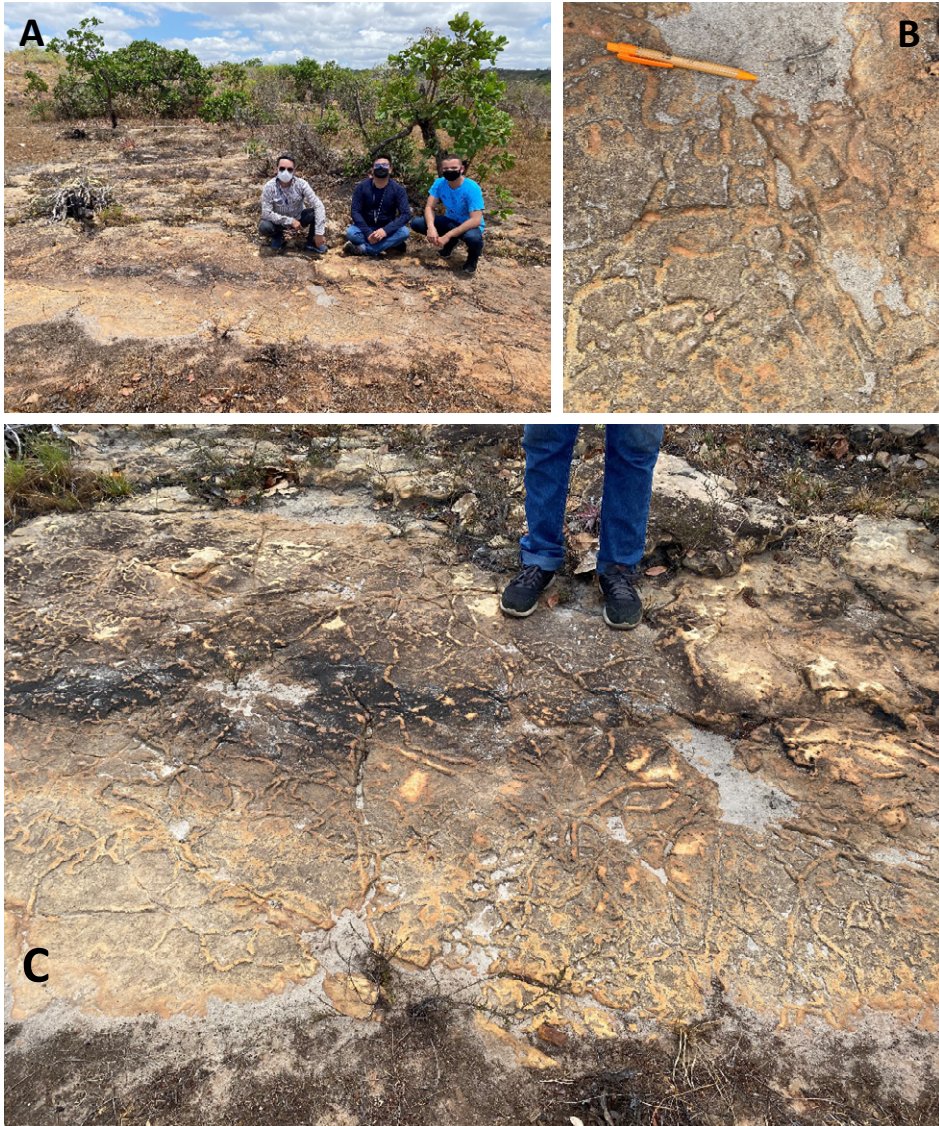


Foto: M.S.S. Viana.



SÍTIO 08: CACHOEIRA DO FRADE (Figura 27)
Coordenada geográfica: 3°52'17.34"S/ 41° 7'9.30"O
Município: Ubajara

Este belo conjunto de cachoeiras localiza-se no cânion do Rio Jaburu, a 28 km do centro de Ubajara, via CE 187 à jusante do açude Jaburu. Várias trilhas dão acesso às cachoeiras, mas a principal é a trilha do restaurante Cabana do Frade, onde há estacionamento para veículos de médio porte, de propriedade privada com cobrança de ingresso. A trilha que leva até as primeiras cachoeiras é de aproximadamente 1,5 km. No começo, o trajeto é de dificuldade média até chegar ao primeiro conjunto de cachoeiras, mas, para o restante do trajeto, a dificuldade aumenta por conta do desnível. A Cooperativa de Trabalho Assistência ao Turismo da Ibiapaba - COOPTUR instalou várias escadas ao longo do caminho para facilitar o acesso, contudo não há nenhum equipamento que garanta a segurança no local. Para visitas à segunda parte das cachoeiras recomenda-se contratar um guia de turismo local.

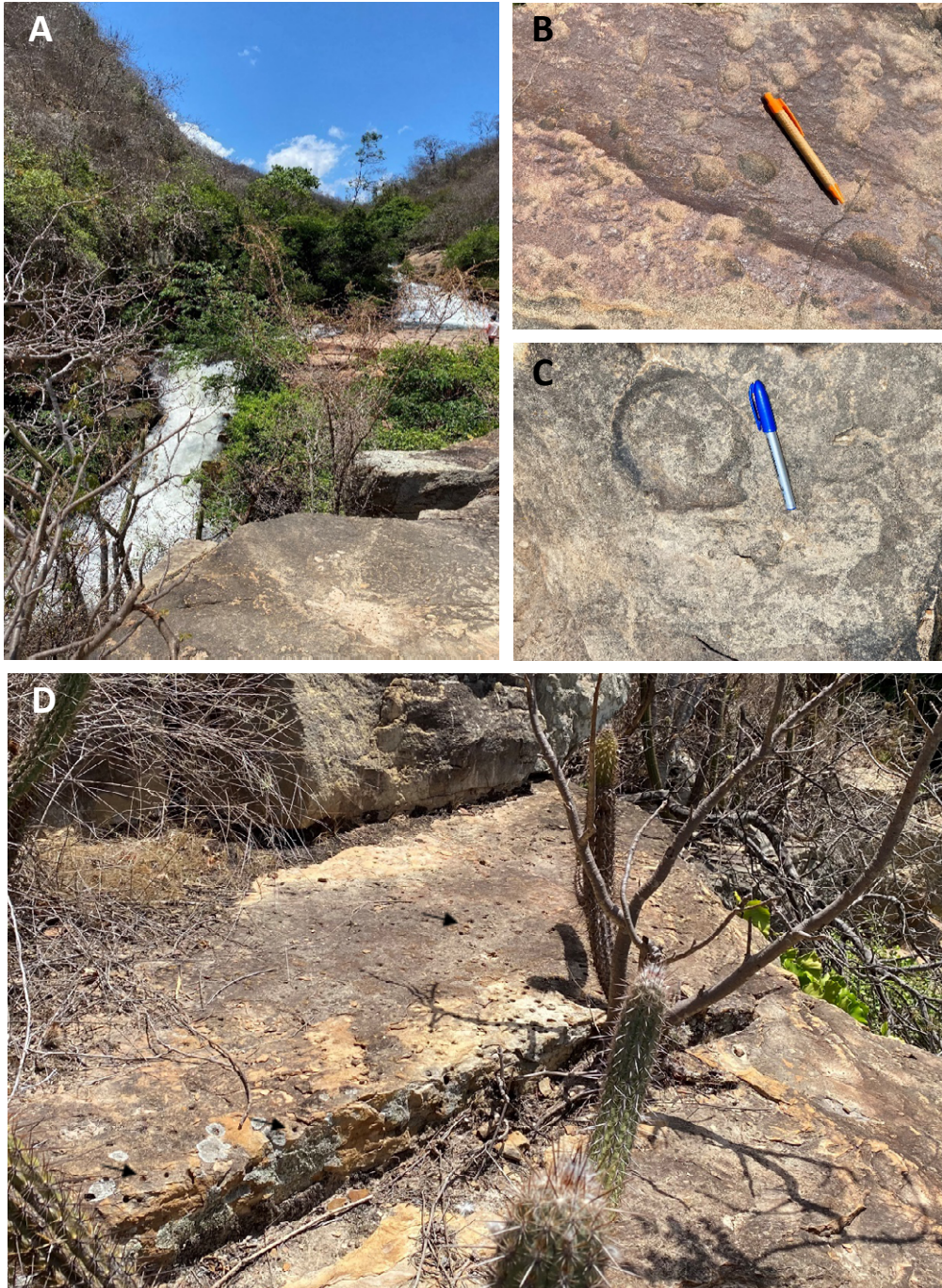
Os icnofósseis ocorrem nos patamares das cachoeiras e em blocos rolados dos paredões de arenitos médios a finos, que bordeiam a trilha. Os fósseis são, em sua maioria, escavações verticais de invertebrados e também moldes de conchas que ficaram preservados nos arenitos da Formação Tianguá, de coloração marrom, bege e alaranjado, que podem ser vistos nas cachoeiras. Estes registros encontram-se bastante intemperizados, mas ainda podem ser vistos em muitos pontos das cachoeiras.

LISTA DE FÓSSEIS: Moldes de invertebrados marinhos indeterminados.

Ícnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Figura 27 – Sítio cachoeira do Frade (Ubajara). A. Vista geral da cachoeira; B e C. Moldes de invertebrados; D. Superfície com abundância de icnofósseis (setas indicando pequenas perfurações)



Fotos: M. S. S. Viana.



SÍTIO 09: CACHOEIRA SETE QUEDAS (Figura 28)
Coordenada geográfica: 3°43'32.53"S / 41° 2'4.70"O
Município: Tianguá

O sítio situa-se em um trecho do Riacho Frecheira, em propriedade privada, distante 4,9 Km do centro da cidade via CE-187, próximo ao loteamento Planalto das Cachoeiras. Para acesso à cachoeira, onde estão os afloramentos, é necessário contatar o responsável do local e pagar uma taxa para a entrada. Há estacionamento para veículos no interior da propriedade. É preciso fazer uma trilha leve a pé de aproximadamente 600 metros em estrada pavimentada de calçamento até a cachoeira.

A área em questão encontra-se dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) da Serra da Ibiapaba. Essa Unidade de Conservação (UC) visa não só à preservação da fauna e flora local. Por sua legislação, garante também a proteção dos recursos abióticos, estéticos e culturais importantes para o bem-estar das populações humanas, garantindo a sustentabilidade.

O afloramento é composto de arenitos finos e micáceos da Formação Tianguá. Rochas de coloração cinza com variação de tonalidade entre escuro e claro com grãos finos ou médios.

Os afloramentos estão localizados nos patamares da cachoeira, onde ocorrem várias quedas d'água de diferentes alturas. Como os fósseis estão preservados na superfície do leito do riacho, só é possível sua observação na estação seca. Há aqui tanto ameaças naturais quanto antrópicas à conservação. A erosão provocada pela água corrente e a construção de uma barreira para retenção de água são as principais causas de degradação dos fósseis, os quais incluem grupos de icnofósseis e moldes de invertebrados marinhos.

LISTA DE FÓSSEIS:

Moldes de invertebrados marinhos indeterminados.

Icnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Neoskolithos Kegel, 1966

Palaeophycus Hall, 1847

Planolites Nicholson, 1873

Figuras 28 – Sítio cachoeira Sete Quedas (Tianguá). A. Vista geral da primeira queda da cachoeira; B. Detalhe de superfície com os fósseis.



Fotos: M. S. S. Viana.



SÍTIO 10: RIO PIRANGI (Figura 29)

Coordenada geográfica: 3°32'43.70"S /41°22'44.00"O

Município: Viçosa do Ceará

O rio Pirangi nasce no município de Viçosa do Ceará e percorre cerca de 150 km até desaguar no rio Parnaíba, no Piauí. Dentre os atrativos naturais do rio estão 4 cachoeiras (na divisa com o Piauí) – Pirapora, Pinga, Top e Engenho Velho. No leito do rio ocorrem os estratos de arenito finos e micáceos da Formação Tianguá, e neles estão presentes icnofósseis de invertebrados marinhos do período Siluriano. Toda a área do rio está inserida na APA da Serra da Ibiapaba.

Para chegar até as cachoeiras, partindo de Viçosa do Ceará, toma-se a CE-232 em direção ao Piauí por cerca de 25,5 km até chegar à localidade de Pirapora, onde fica a cachoeira de mesmo nome. A seguir, descreve-se como chegar a cada uma das quatro cachoeiras, contudo, existe uma cooperativa de turismo local que faz a guia para os passeios em todas as cachoeiras.

- CACH. PIRAPORA: Para chegar até essa cachoeira, antes do posto fiscal da Secretaria da Fazenda do Ceará, na localidade de Pirapora, toma-se uma estrada asfaltada em direção nordeste por 300 m até chegar à entrada para o balneário de mesmo nome. A entrada está sinalizada em placas na estrada. Os fósseis, bem como outros elementos da geodiversidade, estão localizados no leito do rio, condicionando a visualização destes à época de baixa vazão de água. Nesta região, a época de poucas chuvas é de agosto a dezembro.
- CACH. PINGA: Após o posto fiscal da Secretaria da Fazenda, segue-se em direção ao Piauí por 400 m de estrada asfaltada (PI-213) até a entrada da cachoeira. Há uma placa indicativa da cachoeira na estrada. Não há estrutura de apoio turístico, mas os veículos podem ser deixados, pedindo a permissão, na frente das casas dos moradores locais. Até a cachoeira há uma trilha leve de 400 m de extensão. Os fósseis estão localizados no leito do rio e em alguns blocos espalhados por este, o que também só permite sua visualização no tempo de menor vazão de água.
- CACH. TOP: Partindo da entrada para a Cachoeira do Pinga, 1,5 km via PI-213, localiza-se a entrada para a cachoeira do Top. Há uma placa indicativa logo na estrada e uma guarita de informações da cooperativa de guias de turismo local. O acesso é feito somente por meio dos guias conveniados, pois, além de passar por dentro de uma propriedade privada, a trilha até a cachoeira é de dificuldade média e não está bem sinalizada. Os fósseis estão localizados ao longo do leito do rio e nas suas bordas. Aqui estão, em uma sequência de quedas d'água, os registros mais

representativos de paleoambientes e icnofósseis desse grupo de cachoeiras. Este sítio está bem caracterizado e estudado por Moreira (2022).

- CACH. ENGENHO VELHO: Esta é a cachoeira de beleza cênica mais elevada, mas também a de mais difícil acesso, o qual não acontece sem um guia de turismo autorizado. Os fósseis podem ser observados em blocos rolados da cachoeira ou mesmo nos patamares de rocha; o exemplar mais representativo dos fósseis do local está um grande bloco de rocha no topo da cachoeira com uma de suas superfícies exibindo vários icnofósseis de *Arthropycus alleghaniensis* Harlan, 1831. A trilha de 2 km até a cachoeira (de dificuldade média) não é facilmente encontrada e não há placas indicativas. Sua entrada, que ficava logo na estrada, foi fechada para tentar barrar o acesso de visitantes sem conhecimento do local, pois há riscos de acidentes e de perder-se na mata.

LISTA DE FÓSSEIS:

Moldes de invertebrados marinhos indeterminados.

Icnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857
Arthropycus Hall, 1852
Cruziana d'Orbigny, 1842
Didymaulichnus Young, 1972
Diplocaterion Torell, 1870
Furnasichnus (?) Borghi & Fernandes, 2001
Gordia (?) Emmons, 1844
Gyrochorte (?) Heer, 1865
Helminthopsis Heer, 1877
Herradurichnus Poiré e Del Valle, 1996
Lockeia James, 1879
Monocraterion Torell, 1870
Neonereites Seilacher, 1960
Neoskolithos Kegel, 1966
Palaeophycus Hall, 1847
Planolites Nicholson, 1873
Rhizocorallium (?) Zenker, 1836
Skolithos Haldemann, 1840
Thalassinoides Ehrenberg, 1944
Treptichnus (?) Miller, 1889

Figura 29 – Sítio rio Pirangi (Viçosa do Ceará). A. Moldes de invertebrados marinhos;
B. Icnofósseis.



Fotos: M. S. S. Viana.



SÍTIO 11: CACHOEIRA PARK (Figura 30)

Coordenada geográfica: 4°10'5.60"S / 40°55'33.00"O

Município: Carnaubal

Os icnofósseis ocorrem em algumas superfícies de arenitos finos, de cor bege e micáceos da Formação Tianguá, no leito do rio Inhuçu, que corta a cidade de Carnaubal. Os balneários e empreendimentos particulares presentes ao longo deste trecho permitem que se chegue, com veículo, até próximo dos afloramentos com fósseis. Foram observados icnofósseis no Balneário Municipal e no Balneário Cachoeira Park.

LISTA DE FÓSSEIS:

Moldes de invertebrados marinhos não identificados.

Icnogêneros:

Cylindrichnus Toots in Howard, 1966

Conichnus Myannil, 1966

Figura 30 – Sítio cachoeira Park (Carnaubal). A. Moldes de invertebrados; B. Icnofósseis.





Foto: M. S. S. Viana.



SÍTIO 12: CACHOEIRA DO URUBU (Figura 31)
Coordenada geográfica: 4°12'4,5»S/40°43'10.50»O
Município: Guaraciaba do Norte

O acesso é feito a partir da cidade de Guaraciaba do Norte, em estrada carroçável, por cerca de 7 Km até o sítio Tabuntazinho. A cachoeira é conhecida como Bica do Urubu, muito próxima à beira da escarpa da serra da Ibiapaba, onde se tem um mirante.

Nos patamares da bica, que são compostos de arenitos finos, de cor bege, ocorrem icnofósseis de invertebrados marinhos da Formação Tianguá. Os Icnogêneros identificados foram: *Arenicolites*, *Conichnus*, *Cylindrichnus*, *Furniasichnus*, *Planolites*, *Skolithos*.

LISTA DE FÓSSEIS:

Moldes de invertebrados marinhos não identificados

Icnogêneros:

Arenicolites Salter, 1857

Cylindrichnus Toots in Howard, 1966

Conichnus Myannil, 1966

Furnasichnus (?) Borghi & Fernandes, 2001

Planolites Nicholson, 1873

Skolithos Haldemann, 1840

Figura 31 – Sítio cachoeira do Urubu (Guaraciaba do Norte). A. Vista da cachoeira; B. Icnofósseis.



Foto: M. S. S. Viana.



SÍTIO 13: PARQUE NACIONAL DE UBAJARA (Figura 32)
Coordenada geográfica: 3°50'12.57"S / 40°54'34.58"O
Município: Ubajara

A Unidade de Conservação Federal de Proteção Integral Parque Nacional de Ubajara está localizada nos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha. O Parque é referência no ecoturismo, trazendo conhecimento do patrimônio natural, cultural e geológico integrados nos seus atrativos, informado durante as visitas guiadas. A entrada principal do parque pode ser feita a partir do centro de Ubajara pela Av. Gov. César Cals de Oliveira Filho, via asfaltada até o parque, no bairro Grijalva Ferreira da Costa. No local, existe um centro de acolhimento aos visitantes, lanchonete, banheiros, mirante, acesso a teleférico, que leva à gruta de Ubajara, além do acesso a trilhas para cachoeiras e também para a gruta. No Distrito de Araticum, no sopé da escarpa da Serra da Ibiapaba, encontra-se uma entrada alternativa por trilhas que levam às cachoeiras, à caverna e ao centro de visitantes.

Nas trilhas, observa-se, no leito dos riachos, especialmente nas cachoeiras, o conteúdo fossilífero, que apresenta principalmente icnofósseis e possíveis moldes de invertebrados marinhos, ainda não identificados e preservados nos arenitos finos e de coloração branca a alaranjada da Formação Tianguá.

Dentre as quatorze cavernas do parque, ocorre em duas delas (grutas do Urso Fóssil e do Pendurado) rico aporte fossilífero datado de cerca de oito mil anos. Esse material inclui moluscos gastrópodes, répteis (cobras e lagartos) e mamíferos. Os fósseis nas cavernas preservaram-se comumente por incrustação do calcário dissolvidos das paredes e tetos nas inúmeras salas do local.

LISTA DOS FÓSSEIS:

Moluscos:

Anastoma octodentata Waldeheim, 1807

Biotocus ubajarensis Leme, 1980

Orthalicus prototypus Pilsbry, 1899

Subulunidae indet.

Tomigerus sp. Spix, 1827

Répteis:

Crotalus durissus Linnaeus 1758

Tropidurus Wied, 1824

Mamíferos:

Arctotherium brasiliense Lund, 1839

Cabassous sp. McMurtrie, 1831

Coendou prehensilis Linnaeus, 1758

Dasybus novemcinctus Linnaeus, 1758

Didelphis albiventris Lund, 1840

Euphractus sexcinctus Linnaeus, 1758

Kerodon sp. Cuvier, 1825

Mazama sp. Rafinesque, 1817

Monodelphis sp. Burnett, 1830

Tapirus terrestris Linnaeus, 1758

Tayassu pecari Link, 1795

Thrichomys sp. Trouessart, 1880

Figura 32 – Sítio Parque Nacional de Ubajara (Ubajara). A. Entrada do Parque Nacional de Ubajara (Foto M. C. S. Silva); B. Fóssil de *Monodelphis*, encontrado na gruta do Urso Fóssil. A escala tem 1 cm.



Foto: P. V. Oliveira.



Considerações Finais

A pesquisa paleontológica sobre a região noroeste do Ceará foi iniciada em 2003. Estamos chegando a duas décadas de trabalho com mais de vinte novas ocorrências fossilíferas descobertas no local, que resultaram em vinte artigos publicados em revistas, sessenta resumos apresentados em 33 eventos científicos, 08 capítulos de livros, e este será o segundo livro sobre o assunto. Essas pesquisas também geraram quatro teses de Doutorado, sete dissertações de Mestrado, nove Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e 36 orientações em projetos de Iniciação Científica. A interação dessas investigações, publicações, comunicações e iniciativas de formação de recursos humanos, junto com ações educativas e de popularização da Paleontologia no Museu Dom José (museu de inserção regional, situado em Sobral), foi decisiva na composição de um diagnóstico favorável que culminasse na elaboração de um inventário dos sítios paleontológicos dessa área. Foram realizadas dez exposições temáticas (com palestras e performances teatrais) no museu sobre os fósseis locais, que iam sendo revelados com os estudos, além de três exposições itinerantes, realizadas em escolas públicas de cidades próximas.

Todo esse trabalho contou com as seguintes agências financiadoras de pesquisa no país: Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP; Instituto de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual Vale do Acaraú – IADE/UVA; Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Consideramos este cenário um começo interessante para que se construa um alicerce de desenvolvimento de uma linha de pesquisa constante em Paleontologia na região noroeste do Ceará.

O avanço no conhecimento científico revelou, nos últimos anos, alternativas inovadoras e sustentáveis para a Economia Criativa interligada à Geoconservação; enquanto conservamos nosso Patrimônio Natural, Cultural e Paleontológico para as gerações futuras, podemos gerar recursos por meio do Geoturismo, que, por sua vez, movimentaria a gastronomia, artesanato, hotelaria, dentre outros itens do comércio local e regional.

O primeiro passo em direção à estratégia de gestão territorial do Patrimônio Paleontológico está no inventário dos sítios e na avaliação do valor científico, cultural, educativo e turístico de cada lugar, especificando-se ainda o risco inerente de degradação individual (antrópica ou natural). Para isso, o método de Brilha (2016), com a valoração de sítios, está inovando na grande contribuição das geociências às gestões municipais e estaduais, gerando riqueza patrimonial para as nações.

Foram identificados, pelo menos, treze sítios paleontológicos: Sapó, Zipu, Contra-Fogo, Floresta, Serrinha, Bica do Ipu, Baixo Mororó, Cachoeira do Frade, Cachoeira Sete-Quedas, Rio Pirangi, Cachoeira Park, Cachoeira do Urubu, Parque Nacional de Ubajara (trilhas). Destes, seis são cachoeiras, intensamente visitadas no inverno para banho, estando desta forma identificadas como instrumento turístico. Três deles já estão em áreas protegidas: a região do Rio Pirangi e a Bica do Ipu são Áreas de Proteção Ambiental (APAs), além do Parque Nacional de Ubajara. Os depósitos fossilíferos incluem principalmente terrenos do Período Siluriano da Era Paleozoica da Bacia do Parnaíba e sequências do Pleistoceno (depósitos de tanques) e do Holoceno (depósitos de caverna). Geologicamente, são idades diferentes e complementares dos sítios da região do Araripe (área com destaque na geoconservação, reconhecida internacionalmente) que são, na maioria, da Era Mesozoica.

É notável a contribuição do Geopark Araripe no desenvolvimento da região do Cariri cearense, após sua criação, em 2006. A implementação de áreas protegidas atrelada ao investimento na indústria do turismo revela-se como um aliado importante de crescimento.

O conteúdo desta obra traz este primeiro passo; resta-nos acertar a direção na caminhada que está por vir.



Referências

AMADO, F. Patrimônio Cultural. In: Amado, F. **Direito Ambiental**. 11^a ed. Salvador: Juspodivm. p. 485-514, 2020.

AROUCA. AROUCA DECLARATION. **International Congress of Geoturism**, Arouca, 2011.

ARRUDA, K. E. C.; GARCÍA, M. G. M.; DEL LAMA, E. A. Inventário e avaliação quantitativa do patrimônio geológico do município de Caraguatatuba, São Paulo. **Geociências**, v. 36, n. 3, p. 447-462, 2017.

ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 371-389, 2007.

BARROS, O. A.; SILVA, J. H.; SARAIVA, G. D.; VIANA, B. C.; PASCHOAL, A. R.; FREIRE, P. T. C.; OLIVEIRA, N. C.; PAULA, A. J.; VIANA, M. S. S. Physicochemical investigation of shrimp fossils from the Romualdo and Ipubi formations (Araripe Basin). **Peer J**, v. 7, p. e6323, 2019.

BARROSO, F. R. G. **Invertebrados fósseis da Formação Ipu (Siluriano), Grupo Serra Grande, Bacia do Parnaíba**. 2016. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, 2016.

BOSI, Ecléa. **Memória e sociedade**. Lembrança de velhos. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

BRASIL. Decreto-Lei 4.146, de 4 de março de 1942. **Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos**.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227/1967, de 28 de fevereiro de 1967. **Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985 (Código de Minas) de 29 de janeiro de 1940**.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.

BRASIL. Portaria do DNPM nº 542, de 18 de dezembro de 2014. **Estabelece os procedimentos para autorização e comunicação prévias para extração de fósseis, nos termos do Decreto-Lei nº 4.146, de 4 de março de 1942, e dá outras providências**.

BRASIL. (2002, 2009 e 2013) **Sítios Geológicos e paleontológicos do Brasil**. Ministério de Minas e Energia-MME; Departamento Nacional da produção Mineral-DNPM; Serviço Geológico do Brasil-CPRM. (v.1, 2 e 3). Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm>. Acesso em: 27 jul. 2022.

BRILHA, J. *et al.* Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. **Environmental Science & Policy**, v. 86, p. 19-28, 2018.

BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, Review Article, Berlin: Springer, v.8, issue 2, p.119-134. 2016. DOI: 10.1007/s12371-014-0139-3. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/270876577>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRILHA, J. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das geociências. **Revista do Instituto de Geociências**: Geol. USP, São Paulo, v. 5, p. 27-33, 2009. Publ. Espec.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Viseu: Palimage Editores, 2005.

CARCAVILLA URQUI, L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Y.; DURÁN, J. J. Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. **Cuadernos Del Museo Geominero**: Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, n. 7, 360 p., 2007.

CARMO, D. A.; CARVALHO, I. S.; SANTUCCI, R. M.; SILVA, M. A. Jazigos fósilíferos do Brasil: Legislação e Cooperação Científica Internacional. *In*: CARVALHO, I.S. (ed.) **Paleontologia**: conceitos e métodos. Rio de Janeiro: Editora Interciência, v. 1, p. 561-584, 2010.

CARO, S.; PÉREZ-LORENTE, F. Concepto y valoración del patrimonio paleoicnológico de La Rioja. **Zubía**, La Rioja, n. 15, p. 35-38, 1997a.

CARO, S.; PÉREZ-LORENTE, F. Definición de concepto y propuesta de valoración del patrimonio paleoicnológico (pisadas de dinosaurio) de La Rioja. **Zubía**, La Rioja, n. 15, p. 39-43, 1997b.

CARO, S.; PÉREZ-LORENTE, F. El patrimonio paleoicnológico de La Rioja. Propuesta de restauración. *In*: **IV CONGRESO INTERNACIONAL DE REHABILITACIÓN DEL PATRIMÔNIO ARQUITECTÓNICO Y EDIFICACIÓN**, p. 224-226, Habana, 1998.

CARVALHO, G. Questões Culturais no Ceará. **Revista de Ciências Sociais**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 263-275, 2014.

CARVALHO, I. S. Fósseis: importância econômica e social do patrimônio paleontológico. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (org.) **Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação**: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, p. 163-199, 2018.

CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. (Ed.) **Knologia**. 1 Ed., São Paulo: SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, Série textos, n. 3, 2007.

CASTRO, A. R. S. F.; MANSUR, K. L.; CARVALHO, I. S. Reflexões sobre as relações entre geodiversidade e patrimônio: um estudo de caso. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.12, n.3, p. 383-403, 2018.

CAVALCANTI, J. A. D.; CAVALCANTE, J. C. Evolução Geológica. *In*: BRASIL. MME/CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade do Estado do Ceará**, p. 21-34, 2014.

DELPHIM, C. F. de M. Patrimônio cultural e Geoparque. Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, 2015.

FERNANDES, I. P.; COELHO, M. F. **Economia do Turismo**. 2. ed., rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

FERREIRA FILHO, J. A.; LIMA, T. G.; LINS, A. J. C. C. Economia Criativa: uma análise sobre o crescimento do mercado das indústrias criativas. **Comunicação & Inovação**, v.20, n. 42, p. 4-21, 2019.

FREITAS, F. I.; ANTUNES, M. T.; BALBINO, A. C. Early 18th century discovery of cretaceous fishes from the Chapada do Araripe, Ceará, Brazil in the Academia das Ciências de Lisboa Museum. **Comptes Rendus Palevol**, Lisboa, v. 4, p. 375-384, 2005.

GOODEY, B. Interpretative planning as an integral element in place development. **Interpretation Journal**: Springer, Berlin, n. 50, 1992.

GOODEY, B. A sinalização interpretativa. *In*: MURTA, S. M.; ALBANO, C. (org.) **Interpretar o Patrimônio**: um exercício do olhar. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005. p. 181-189.

GRAY, M. **Geodiversity**: Valuing and conserving abiotic nature. 2th Edition, Utah: Wiley Blackwell, 2013.

GRAY, M.; GORDON, J. E.; BROWN, E. J. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 124, n. 4, p. 659-673, 2013.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1**: Guidance on the Application of the Revised Structure, 2018.

HENRIQUES, M. H.; REIS, R. P. A contemporary vision of nature through geoheritage. **Arkeos**, London, n. 48, p. 132-147, 2019.

HENRIQUES, M. H.; REIS, R. P. Framing the Paleontological Heritage within the Geological Heritage: an integrative vision. **Geoheritage**, Berlin, v.7, p. 249-259, 2015.

HENRIQUES, M. H.; TAVARES, A. O.; BALA, A. L. M. Geoconservation as an emerging geosciences. **Geoheritage**, Berlin, v.3, p. 117-128, 2011.

HORTA, M. L. P.; GRUMBERG, E.; MONTEIRO, A. Q. **Guia básico de Educação Patrimonial**. 1999. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/temp/guia_educacao_patrimonial.pdf. Acesso em: 20 nov. 2022.

IPHAN. Educação Patrimonial. Portal do Instituto Histórico e Artístico Nacional, 2019. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/343>. Acesso em: 08 out. 2022.

KELLNER, A. W. A.; SARAIVA, A. F. **Fósseis da chapada do Araripe**: uma odisseia no Cretáceo. 1 Ed., Curitiba: Pró-imagem Produções Fotográficas, 2019.

LIMA, F. F.; FEITOSA, J. R. M.; SANTOS, F.; PEREIRA, S. M.; SARAIVA, A. A. F.; RIEDL, T.; MELO, J. P. P.; FREITAS, F. I. **Geopark Araripe**: História da Terra, do Meio Ambiente e da Cultura. 1a. ed. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2012.

LIPPS, J. H. PaleoParks: our paleontological heritage protected and conserved in the field worldwide. *In*: LIPPS, J.H.; GRANIER, B.R.B. (org.). **PaleoParks**: the protection and conservation of fossil sites worldwide. Brest: Carnets de Géologie/Notebooks on Geology, Book 2009/3, p. 1-10, 2009.

MALDANIS, L. et. al. Heart fossilization is possible and informs the evolution of cardiac outflow tract in vertebrates. *eLife*. v. 5, p. e14698, 2016.

MANSUR, K. L. **Diretrizes para Geoconservação do Patrimônio Geológico do Estado do Rio de Janeiro**: o caso do Domínio Tectônico Cabo Frio. 2010. Tese (Doutorado em Geologia). Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MANSUR, K. L. Patrimônio Geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (org.) **Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação**: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, p. 1-49, 2018.

MANSUR, K. L.; PONCIANO, L. C. M. O.; CASTRO, A. R. S. F.; CARVALHO, I. S. Conservação e restauro do patrimônio geológico e sua relevância para a geoconservação. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 70, p. 137-155, 2013.

MILTON, K. **Loving nature**: Towards an ecology of emotion. London: Routledge, 2002.

MIRANDA, M. P. S. **Fósseis são patrimônio cultural ameaçado no Brasil**. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2019-mar-30/ambiente-juridico-fosseis-sao-patrimonio-cultural-ameacado-brasil#_ftn4. Acesso em: 06 set. 2021.

MOREIRA, J. V. P. **Ícnofósseis da Formação Tianguá (Siluriano da Bacia do Paranaíba, Nordeste do Brasil)**: Icnodisparidade e Icnodiversidade. 2022. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro, 2022.

MURTA, S. M.; ALBANO, C. (Orgs.) **Interpretar o Patrimônio**: um exercício do Olhar. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MURTA, S. M.; GOODEY, B. Interpretação do patrimônio para visitantes: um quadro conceitual. *In*: MURTA, S. M.; ALBANO, C. (Orgs.) **Interpretar o Patrimônio**: um exercício do Olhar. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 13-46, 2005.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCKKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a preservação do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

OLIVEIRA, G. C. **Os mastodontes do Nordeste do Brasil**: distribuição geográfica e caracterização microestrutural do esmalte dentário. 2018. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, 2018.

OLIVEIRA, G. C. **Os proboscídeos quaternários encontrados em depósitos de tanque na região norte do Estado do Ceará:** discussão sistemática. 2014. Dissertação. (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, 2018.

OLIVEIRA, P. V. **A legislação brasileira aplicada à Paleontologia.** Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Direito, Universidade Estadual do Piauí, 2022, 49f.

OLIVEIRA, P. V. **Taxonomia, Geocronologia e Tafonomia de Vertebrados da Gruta do Urso Fóssil (Holoceno Inicial), Ubajara, Ceará, Brasil.** 2014. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife, 2014.

OLIVEIRA, P. V. **Mamíferos do Neopleistoceno - Holoceno do Parque Nacional de Ubajara, Ceará.** 2010. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, 2010.

OLIVEIRA, P. V.; VIANA, M. S. S.; GONÇALVES, Y. M. Os fósseis além da Paleontologia: uma questão jurídica. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 3, n. 3, p. 197-210, 2022.

PEREIRA, M. B. O direito à cultura como cidadania cultural. **Projeto História**, São Paulo, n. 33, p. 205-227, 2006.

PESSOA NETO, O. C. *et al.* Bacia Potiguar. **Bol. Geoc. Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 357-369, 2007.

PINHEIRO, F.; FIGUEIREDO, A. E.; FORTIER, D.; VIANA, M. S. S.; SCHULTZ, C. L. Fauna de vertebrados eocretácicos de um afloramento da bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 14, p. 189-198, 2011.

PORTUGAL. Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra. **Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Paleontológico**, 1, 1991, Paris, Com. Serv. Geol. Portugal, t. 77, p. 147-148, 1991. Disponível em: <http://www.progeo.pt/pdfs/direitos.pdf>. Acesso em: 22 maio 2022.

REID, W. V. *et al.* (Org.) **Millennium ecosystem assessment.** Washington: Island Press, 2003.

ROMERO, J. M. El Patrimonio Paleontológico. Bases para su definición, estado actual y perspectivas futuras. *In.* ESPAÑA (Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación Del Territorio/Comisión Del Patrimonio de La Sociedad Geológica de España/Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente). **El Patrimonio Geológico.** Madrid, p. 39-51, 1996.

SANTOS, M. E. C. M.; CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luiz:** Reconstituições paleobiológicas. 1 Ed., Rio de Janeiro: MME/CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2009.

SANTOS, M. E. C. M. *et al.* The Potiguar Basin. *In:* BEURLIN; G., CAMPOS, D. A.; VIVIERS, M. C. (Ed.) **Stratigraphic ranges of cretaceous mega- and microfossils of Brazil**, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 273-310, 1994.

SANTOS, M. F. C. F. et al. Dinossauros na Bacia Potiguar: o registro da primeira ocorrência. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 21, Recife, Boletim 19, Resumos Expandidos, Recife: SBG- Núcleo NE, p. 325-328, 2005.

SARAIVA, A.F. et al. **Guia de fósseis da Bacia do Araripe**. 1 Ed., Crato: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ/FUNCAP, 2021.

SCHOBHENHAUS, C. **Projeto Geoparques**: proposta de projeto. Brasília: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2006.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L. O sistema de valoração da geodiversidade com enfoque nos serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 14, n. 1, p. 79-90, 2019.

SOUSA, A. D. A. **Análise morfológica de vértebras de serpentes (Squamata, Diapsida), coletadas na Gruta do Urso Fóssil (Holoceno), Parque Nacional de Ubajara, Ceará**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Sobral, 2014.

SOUSA, M. J. G. **Paleontologia da Formação Tianguá (Grupo Serra Grande, Siluriano da Bacia do Parnaíba), na região de Viçosa do Ceará, Brasil**. 2018. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2018.

SOUSA, M. J. G. **Icnofósseis do Grupo Serra Grande, Siluriano da Bacia do Parnaíba, Viçosa do Ceará, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2014.

SOUSA, M. J. G. **Estudo sobre o icnogênero *Arthropycus* Hall, 1852, ocorrente no Grupo Canindé (Devoniano da Bacia do Parnaíba) na Localidade do Engenho Velho (Viçosa do Ceará-Ce)**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Biologia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Sobral, 2011.

UNESCO. A Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura, Paris de 17 de Outubro a 21 de Novembro de 1972, 17ª sessão, Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

UNESCO. Unesco geoparks programme - a new initiative to promote a global network of geoparks safeguarding and developing selected areas having significant geological features. 1999, Paris. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001151/115177e.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

UNESCO. World Geopark. 2004. Disponível em: <http://www.worldgeopark.org/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Creative Economy Report 2013 - Especial edition: widening local development pathways. Genebra: Nações Unidas, 2013.

VIANA, M. S. S. 164 anos de pesquisas paleontológicas na chapada do Araripe: Formação Santana (Cretáceo Inferior). *In*: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1997, Crato. **Resumos[...]**. Fortaleza: DNPM, v. 1. p. 36, 1997.

- VIANA, M. S. S. (Org.) **Atlas de Paleontologia**: Fósseis da região norte do Ceará. 1 Ed., Sobral: Edições UVA, 2018. E-Book acessível em: http://www.uvanet.br/edicoes_uva/gera_xml.php?arquivo=atlas_paleontologia.
- VIANA, M. S. S.; CARVALHO, I. S. **Patrimônio Paleontológico**. 1 Ed., Rio de Janeiro: Ed. Interciência LTDA., 2019.
- VIANA, M. S. S.; OLIVEIRA, G. C.; CHAVES, A. P. P.; BARROSO, F. R. G. Res-significação dos fósseis no Museu Dom José. **Revista Historiar** - Revista Eletrônica do Curso de História da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, v. 05, p. 67-79, 2013.
- WILSON, E. O. **Diversidade da Vida**. São Paulo: Ed. Companhia das Letras. 2012.
- XAVIER, F. C. B. et al. Method for the Characterization and Quantification Assessment of Geological Heritage Adapted to Paraná State, Southern Brazil. **Geoheritage**, v. 13, n. 4, p. 1-18, 2021.
- XAVIER, S. A. S. **Registros botânicos preservados nos eolianitos de Camocim (Holoceno do Noroeste do Ceará)**. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2017.
- XIMENES, C.L. **Os paleovertebrados da região de Itapipoca, Nordeste do Brasil: uma visão regional do ambiente no final do Pleistoceno**. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2016.

Apêndice

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE SÍTIOS INTERESSE PALEONTOLÓGICO - SIP (parte 1) - Brilha, 2016											
CRITÉRIOS/INDICADORES				SIP	SIP	SIP	SIP	SIP	SIP	SIP	SIP
				Ubojara			Tianguá		Carnaubal		Pacujá
VALOR CIENTÍFICO											
A1 - REPRESENTATIVIDADE	30	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
O local de interesse é o melhor exemplo, atualmente conhecido, na área de	4										
O local de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos.	2		60		60				120		60
O local de interesse ilustra razoavelmente elementos ou processos, relacionados	1			0		30	30	30		30	
NA											
A2 - LOCAL-TIPO	20	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
O local de interesse é reconhecido como holotratótipo ou unidade litodêmica nos	4										
O local de interesse é reconhecido, na área de trabalho, como local-tipo.	2										
O local de interesse é reconhecido, na área de trabalho, como um dos locais-tipo	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
NA											
A3 - CONHECIMENTO CIENTÍFICO	5	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Existem artigos sobre o local de interesse em livros, em revistas científicas	4			20			20		20	20	20
Existem artigos sobre o local de interesse em revistas científicas nacionais.	2		10			10					
Existem resumos apresentados sobre o local de interesse em livros, em revistas	4			0							
NA											
A4 - INTEGRIDADE	15	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Os principais elementos geológicos (relacionados com a categoria temática em	4										
O local de interesse não está muito bem preservado, mas os principais elementos	2		30		30	30			30		60
O local de interesse tem problemas de preservação e os principais elementos	1			15			15	15		15	
NA											
A5 - DIVERSIDADE GEOLÓGICA	5	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Local de interesse com 5 ou mais tipos diferentes de aspectos geológicos com	4			20	20				20	20	20
Local de interesse com 3 ou 4 tipos diferentes de aspectos geológicos com	2		10			10					
Local de interesse com 1 ou 2 tipos diferentes de aspectos geológicos com	1						5	5			
NA											
A6 - RARIDADE	15	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
O local de interesse é a única ocorrência deste tipo na área de estudo	4										
Existem, na área de estudo, 2-3 exemplos de locais semelhantes (representando a	2			15	15	15	15	15	15	15	30
Existem, na área de estudo, 4-5 exemplos de locais semelhantes (representando a	1										
NA											
A7 - LIMITAÇÕES DE USO	10	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Não existem limitações (necessidades de autorização, barreiras físicas, etc.) para	4			40	40		40	40		40	
É possível fazer amostragem ao trabalho de campo depois de ultrapassar as	2					20			20		20
A realização de amostragem ao de trabalho de campo é muito difícil de ser	1		10								
NA											
VALOR CIENTÍFICO TOTAL			135	110	165	115	125	105	225	140	210
RISCO DE DEGRADAÇÃO											
B1 - DETERIORAÇÃO DE ELEMENTOS GEOLÓGICOS	35	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos por atividade	4			140			140	140			
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos	3				70	70			105	105	105
Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários	2										
Existem reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos	1		35								
NA											
B2 - PROX. A ÁREAS QUE PODEM CAUSAR DEGRADAÇÃO	20	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Local de interesse situado a menos de 100 m de área/atividade com potencial para	4			80			100	100			
Local de interesse situado a menos de 500 m de área/atividade com potencial para	3								60	60	
Local de interesse situado a menos de 1000 m de área/atividade com potencial	2				20	20					20
Local de interesse situado a mais de 1000 m de área/atividade com potencial para	1		0								
NA											
B3 - PROTEÇÃO LEGAL	20	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Local de interesse situado em numa área sem proteção legal, nem controle de	4			80			80	80		80	80
Local de interesse situado em numa área sem proteção legal, mas com controle de	3								60		
Local de interesse situado em numa área com proteção legal, mas sem controle de	2				20	20					
Local de interesse situado em numa área com proteção legal e com controle de	1		20								

TOTAL PARCIAL (E)			90	90	90	90	40	40	60	60	70
APENAS PARA VALOR TURÍSTICO											
C8 - BELEZA CÊNICA	15	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas do país, Local de interesse ocasionalmente usado em campanhas turísticas do país, Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas locais, Local de interesse ocasionalmente usado em campanhas turísticas locais, Não se aplica	4 3 2 1 0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
C9 - SINGULARIDADE	10	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Ocorrência de aspectos únicos e raros no país. Ocorrência de aspectos únicos e raros no estado. Ocorrência de aspectos únicos e raros na região. Ocorrência de aspectos comuns nas várias regiões do país. NA	4 3 2 1		30	0	30	30	20	20	20	20	30
C10 - CONDIÇÕES DE OBSERVAÇÃO	5	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
A observação de todos os elementos geológicos é feita em boas condições. Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos Existem obstáculos que tornam difícil a observação dos principais elementos Existem obstáculos que praticamente impossibilitam a observação dos principais	4 3 2 1		20	20	20	20	20	20	20	20	20
C13 - POTENCIAL PARA DIVULGAÇÃO	10	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos O público necessita de algum conhecimento geológico para entender os elementos O público necessita de bons conhecimentos geológicos para entender os Os elementos geológicos que ocorrem no sítio apenas são evidentes e	4 3 2 1		30	20	30	30	10	10	20	20	20
C14 - NÍVEL ECONÔMICO	5	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Local de interesse localizado num município com pelo menos o dobro do IDH que Local de interesse localizado num município com IDH superior ao que se verifica Local de interesse localizado num município com IDH idêntico ao que se verifica Local de interesse localizado num município com IDH inferior ao que se verifica no	4 3 2 1		5	5	5	5	5	5	5	5	5
C15 - PROXIMIDADE A ZONAS RECREATIVAS	5	P	Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com Local de interesse localizado a menos de 10 km de uma zona recreativa ou com Local de interesse localizado a menos de 15 km de uma zona recreativa ou com Local de interesse localizado a menos de 20 km de uma zona recreativa ou com Não se aplica	4 3 2 1		20	20	20	20	20	20	20	0	20
TOTAL PARCIAL (T)			105	65	105	105	75	75	85	65	95
RESUMO GERAL			Trilhas PNU	Cach. Boi Morto	Cach. Frade	7Q	Cach. Park	Cach. dos Espanhóis	Fz. CF	Zipu	Serrinha
VALOR CIENTÍFICO TOTAL			135	110	165	115	125	105	225	140	210
RISCO DE DEGRADAÇÃO			65	370	120	120	390	345	250	285	215
VALOR EDUCATIVO			240	265	250	240	230	205	215	240	230
VALOR TURÍSTICO			200	200	210	200	215	190	185	190	200
PRIORIDADE DE PROTEÇÃO			767	767	834	740	760	667	834	760	854

C14 - NÍVEL ECONÓMICO	5	P	Caveira	Floresta	Bica do Ipu	Sapó	BFS	Bx. Mororó	Afl. Estrada	Pq. das Águas	Poço do Gato	St. Carrapeta	Cach. Piraporã	Cach. Pinga	Cach. Top	Cach. EV
Local de interesse localizado num município com pelo menos o dobro do IDH	4															
Local de interesse localizado num município com IDH superior ao que se	3															
Local de interesse localizado num município com IDH idêntico ao que se	2															
Local de interesse localizado num município com IDH inferior ao que se	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C15 - PROXIMIDADE A ZONAS RECREATIVAS	5	P	Caveira	Floresta	Bica do Ipu	Sapó	BFS	Bx. Mororó	Afl. Estrada	Pq. das Águas	Poço do Gato	St. Carrapeta	Cach. Piraporã	Cach. Pinga	Cach. Top	Cach. EV
Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou	4				20											
Local de interesse localizado a menos de 10 km de uma zona recreativa ou	3							15	15	20	20	20	20	20	20	20
Local de interesse localizado a menos de 15 km de uma zona recreativa ou	2															
Local de interesse localizado a menos de 20 km de uma zona recreativa ou	1	5	5			0	0									
Não se aplica																
TOTAL PARCIAL (T)			70	70	115	75	75	80	80	75	55	75	95	95	95	95
RESUMO GERAL			Caveira	Floresta	Bica do Ipu	Sapó	BFS	Bx. Mororó	Afl. Estrada	Pq. das Águas	Poço do Gato	St. Carrapeta	Cach. Piraporã	Cach. Pinga	Cach. Top	Cach. EV
VALOR CIENTÍFICO TOTAL			115	135	295	130	100	130	225	100	120	120	185	230	290	230
RISCO DE DEGRADAÇÃO			245	245	130	260	260	300	300	300	265	210	300	175	100	120
VALOR EDUCATIVO			210	240	255	245	200	220	220	205	180	205	240	225	200	210
VALOR TURÍSTICO			195	205	265	200	155	205	205	180	165	180	225	210	185	195
PRIORIDADE DE PROTEÇÃO			684	774	1087	767	607	740	867	647	620	674	867	887	900	847



Os Autores



Maria Somália Sales Viana

Geóloga, doutora em Geociências, com pós-doutorado sobre Patrimônio Paleontológico, professora e coordenadora do laboratório de paleontologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú e, também, pertence ao quadro docente do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará. Atua em atividades de pesquisa e extensão no Museu Dom José, sendo curadora da coleção de fósseis. É sócio efetivo da Sociedade Brasileira de Paleontologia e líder de Grupo de Pesquisa na Plataforma Lattes do CNPq. Membro do Instituto Histórico e Geográfico de Sobral.



Thiago de Albuquerque Lima

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Vale do Acaraú e mestrando em Geologia na Universidade Federal do Ceará, bolsista da CAPES. É membro de Grupo de Pesquisa e atua em pesquisa com Patrimônio Paleontológico, gestão ambiental, curadoria de coleções científicas, ecoturismo e educação patrimonial. Tem participado de eventos científicos apresentando trabalhos.



Wellington Lavor Ferreira

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Vale do Acaraú. É membro de Grupo de Pesquisa e atua em pesquisa com Patrimônio Paleontológico e educação patrimonial. Tem participado de eventos científicos apresentando trabalhos.



Paulo Victor de Oliveira

Biólogo, Doutor em Geociências, professor da Universidade Federal do Piauí e, também, pertence ao quadro docente do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará. Pesquisador em Paleontologia, coordenador do Núcleo de Pesquisa em Ciências Naturais do Semiárido do Piauí e editor-chefe da Revista Eletrônica Biosphere. É sócio efetivo da Sociedade Brasileira de Paleontologia e líder de Grupo de Pesquisa na Plataforma Lattes do CNPq. É também bacharel em Direito.



Rebeca Sales Viana

Dentista, doutora em Ciências da Educação, professora da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA e especialista em gestão cultural. Atualmente é Pró-Reitora de Extensão e Cultura da UVA. Também é poeta e membro da Academia Sobralense de Estudos e Letras.



Luiz Antonio Araújo Gonçalves

Geógrafo, especialista em gestão cultural, doutor em Geografia e professor da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA e do Mestrado Acadêmico em Geografia da UVA. Realizando estágio pós-doutoral em Natureza, Campo e Cidade no Semiárido. É membro da Rede Brasileira de Estudos sobre Comércio e Consumo e do Instituto Histórico e Geográfico de Sobral.

Editora
**SER
TÃO
CULT**

Este livro foi composto em fonte Anko Adobe Garamond Pro, impresso no formato
18 x 25 cm em offset 75 g/m², com 104 páginas e em e-book formato pdf.
Março de 2023.



Este livro é uma reflexão dos autores, pesquisadores e descobridores do patrimônio paleontológico da região noroeste do Ceará e paladinos da sua importância científica, social e econômica. O conteúdo busca reunir os saberes acumulados dessa experiência para auxiliar leigos e principiantes a se aprofundarem um pouco mais no importante tema da conservação patrimonial. A descoberta dos fósseis nessa região é tratada como importante instrumento para a geração de iniciativas de educação e preservação patrimonial. O que se apresenta vai além dos termos científicos e técnicos; é um deleite especial de contemplação do patrimônio. Isso é expresso na aquisição do conhecimento, no cuidado e na apresentação desse tesouro para a sociedade. O desenvolvimento científico, com suas inovações, vem incrementando o patrimônio paleontológico de valores nas novas concepções da geoconservação. O livro, por fim, nos aponta grandes caminhos para gerenciar e preservar essa memória da Terra para as gerações vindouras.



ISBN 978-655421054-6



9

786554

210546

Editora **SERTÃO:CULT**