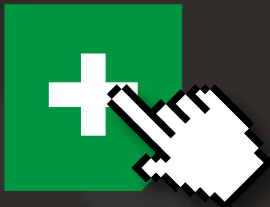


# Bem-vindo ao Articulação Natureza

Clique nos ícones para explorar  
os conteúdos desta edição



PALEONTOLOGIA BRASILEIRA

# ARTI CULA ÇÃO

NATUREZA

ABRIL | 2022 EDIÇÃO Nº 4

# ARTI CULA ÇÃO

NATUREZA

ABRIL | 2022 EDIÇÃO Nº 4



Clique nos ícones + para acessar  
os conteúdos desta edição

A

## Dinossauro bebê perfeitamente preservado é descoberto enrolado dentro de ovo

Fóssil inédito data de 70 milhões de anos e preserva esqueleto embrionário de dinossauro oviraptorídeo

Um fóssil sem precedentes de um dinossauro bebê enrolado perfeitamente dentro de um ovo está ajudando a entender melhor as ligações entre dinossauros e pássaros.

O fóssil tem 70 milhões de anos e preserva o esqueleto embrionário de um dinossauro oviraptorídeo, que foi apelidado de *Baby Yingliang* por causa do nome do museu chinês que abriga o fóssil.

HUNT, Katie. Dinossauro bebê perfeitamente preservado é descoberto enrolado dentro de ovo. **CNN**, 21 dez. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/dinossauro-bebe-perfeitamente-preservado-e-descoberto-enrolado-dentro-de-ovo/>>. Acesso em: 1º fev. 2022.

FIQUE

SA  
BEN  
DO!

SAIBA MAIS SOBRE  
O TEMA DESTA EDIÇÃO.



Clique nos ícones + para acessar  
os conteúdos desta edição

B

## Embrião preservado de dinossauro é encontrado na China

Por causa do estado de preservação, o embrião de dinossauro encontrado na China é considerado uma descoberta rara e que pode ajudar a entender mais sobre o desenvolvimento dos dinossauros e a relação deles com as aves. Neste **vídeo**, é possível ver algumas imagens do embrião preservado, bem como uma animação de como ele seria antes da fossilização.

FIQUE

SA  
BEN  
DO!

SAIBA MAIS SOBRE  
O TEMA DESTA EDIÇÃO.



Clique nos ícones + para acessar os conteúdos desta edição

## Fóssil de planta de 280 milhões de anos é identificado no Brasil

Recentemente, uma pesquisa publicada na revista *Review of Paleobotany and Palynology* revelou a descoberta do fóssil de uma planta de 280 milhões de anos atrás – muito anterior aos primeiros dinossauros. Ela viveu em uma região do antigo supercontinente Gondwana onde, hoje, localiza-se a Bacia do Paraná.

A fóssil pertence a uma cicadácea (*Cycadale*), uma linhagem de plantas que sobreviveu até hoje [...].

[...]

[...] Mas a verdade é que ele não foi encontrado agora – e sim décadas atrás, nos anos 1970.

Acontece que, na época em que foi descoberto, os botânicos classificaram a planta como um tipo parecido, o licopódio – que também era abundante nessa região de Gondwana. [...]

“Esse é um exemplo claro de a ciência não é algo imediato – e que precisa de tempo e recursos”, disse à *Super* André Jasper, professor da Universidade do Vale do Taquari e que também colaborou com a pesquisa. [...]

BATTAGLIA, Rafael. Fóssil de planta de 280 milhões de anos é identificado no Brasil. **Superinteressante**, 19 maio 2021. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/fossil-de-planta-de-280-milhoes-de-anos-e-identificado-no-brasil/>>. Acesso em: 1ª fev.

D

## Fósseis brasileiros de 110 milhões de anos serão repatriados da França

Depois de uma investigação internacional do Ministério Público Federal (MPF), em Juazeiro do Norte (CE), que durou cinco anos, 46 fósseis de pterossauros e outros animais que habitaram o território brasileiro há mais de 100 milhões de anos e que foram levados de forma ilegal para a França, serão repatriados em breve ao Brasil.

SILVEIRA, Evanildo da. Fósseis brasileiros de 110 milhões de anos serão repatriados da França. **BBC News Brasil**, 28 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-48795297>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

FIQUE

SA  
BEN  
DO!

SAIBA MAIS SOBRE  
O TEMA DESTA EDIÇÃO.



Clique nos ícones + para acessar  
os conteúdos desta edição

E

## Museu alemão se recusa a devolver fóssil contrabandeado do Brasil

Exemplar do dinossauro *Ubirajara jubatus* foi encontrado na bacia do Araripe e retirado ilegalmente do país em 1995

O Museu de História Natural de Karlsruhe, na Alemanha, informou em comunicado enviado à Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) no início de setembro que não devolverá o fóssil de *Ubirajara jubatus*, exemplar raro de dinossauro do Cretáceo Inferior, período geológico que durou de 146 milhões a 100 milhões de anos atrás. O material foi encontrado na bacia do Araripe, na divisa dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, e retirado ilegalmente do Brasil em 1995.

A instituição alega que o fóssil chegou antes de 2007. Por causa de uma legislação promulgada em 2016 – a Lei de Proteção de Propriedade Cultural [Kulturgutschutzgesetz] –, a Alemanha não se vê obrigada a devolver fósseis e outros bens culturais originários de outros países adquiridos até 2007. [...]

ANDRADE, Rodrigo de O. Museu alemão se recusa a devolver fóssil contrabandeado do Brasil. **Revista Fapesp**, 29 set. 2021. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/museu-alemao-se-recusa-a-devolver-fossil-contrabandeado-do-brasil/>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

FIQUE

SA  
BEN  
DO!

SAIBA MAIS SOBRE  
O TEMA DESTA EDIÇÃO.

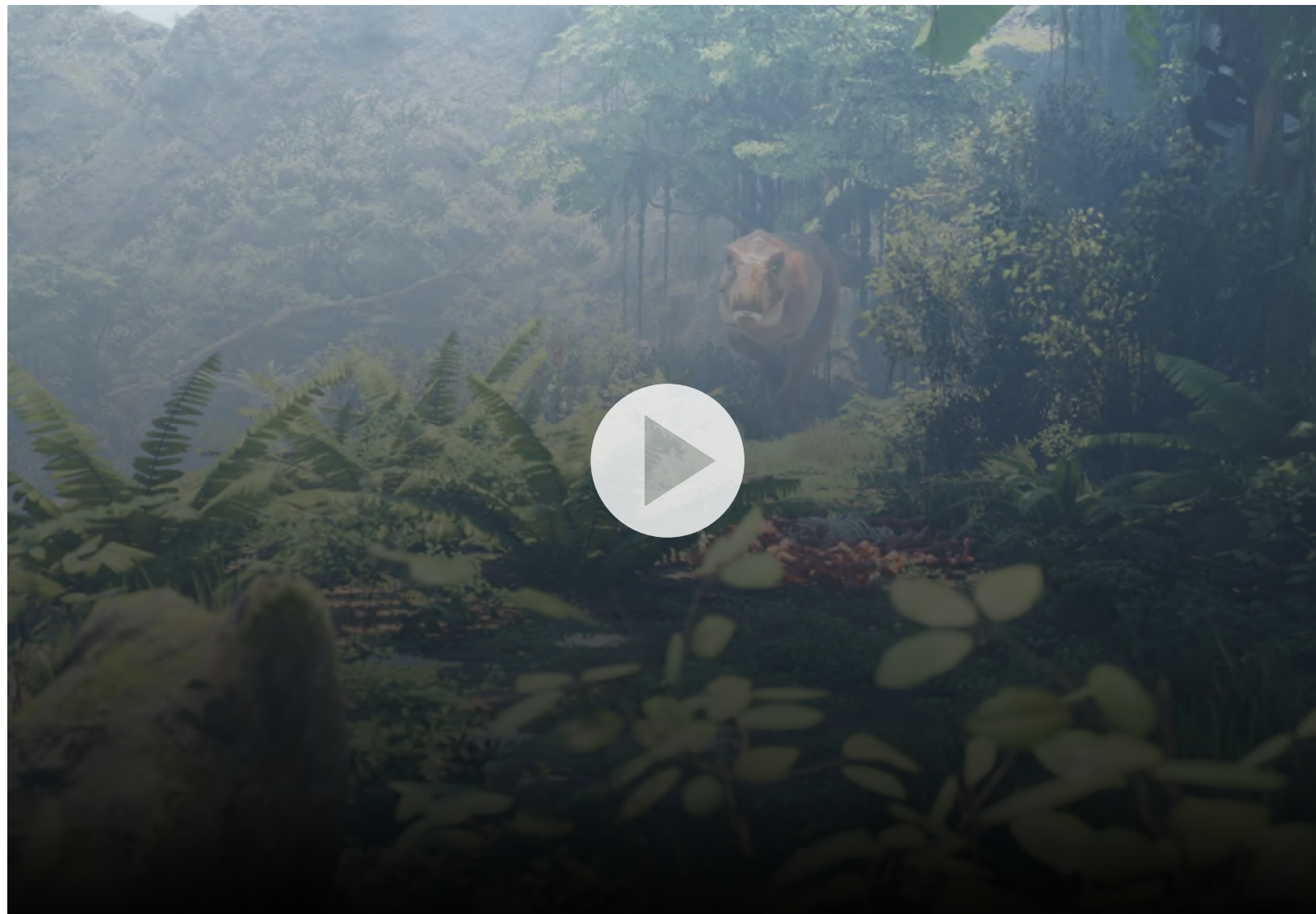


Clique nos ícones + para acessar  
os conteúdos desta edição



# V Você sabe o que é Paleontologia?

Clique no *play* e assista ao vídeo desta edição.





# As contribuições da Paleontologia para a Ciência

CONHEÇA A OPINIÃO DE QUEM ESTUDA O ASSUNTO.



**A** Paleontologia é uma ciência de base, uma ciência que não visa a uma aplicabilidade direta, mas fornece a base para o desenvolvimento científico. Todas as ciências aplicadas só são viáveis graças aos estudos de base.

O estudo dos seres vivos extintos, em associação ao seu **paleoambiente** ao longo do tempo geológico é a principal contribuição dessa ciência para o conhecimento científico.

A diversificação e as extinções que ocorreram no passado geológico da Terra são essenciais para o entendimento da estruturação da biodiversidade atual e futura. Com esse tipo de estudo, podemos entender as adaptações evolutivas dos organismos que lhes permitiram a sobrevivência perante mudanças ambientais e preencher as lacunas para contar a história da vida no planeta.

Para conhecer um pouco mais sobre Paleontologia, você pode ouvir o episódio Paleontologia, do *podcast* Rock com Ciência.

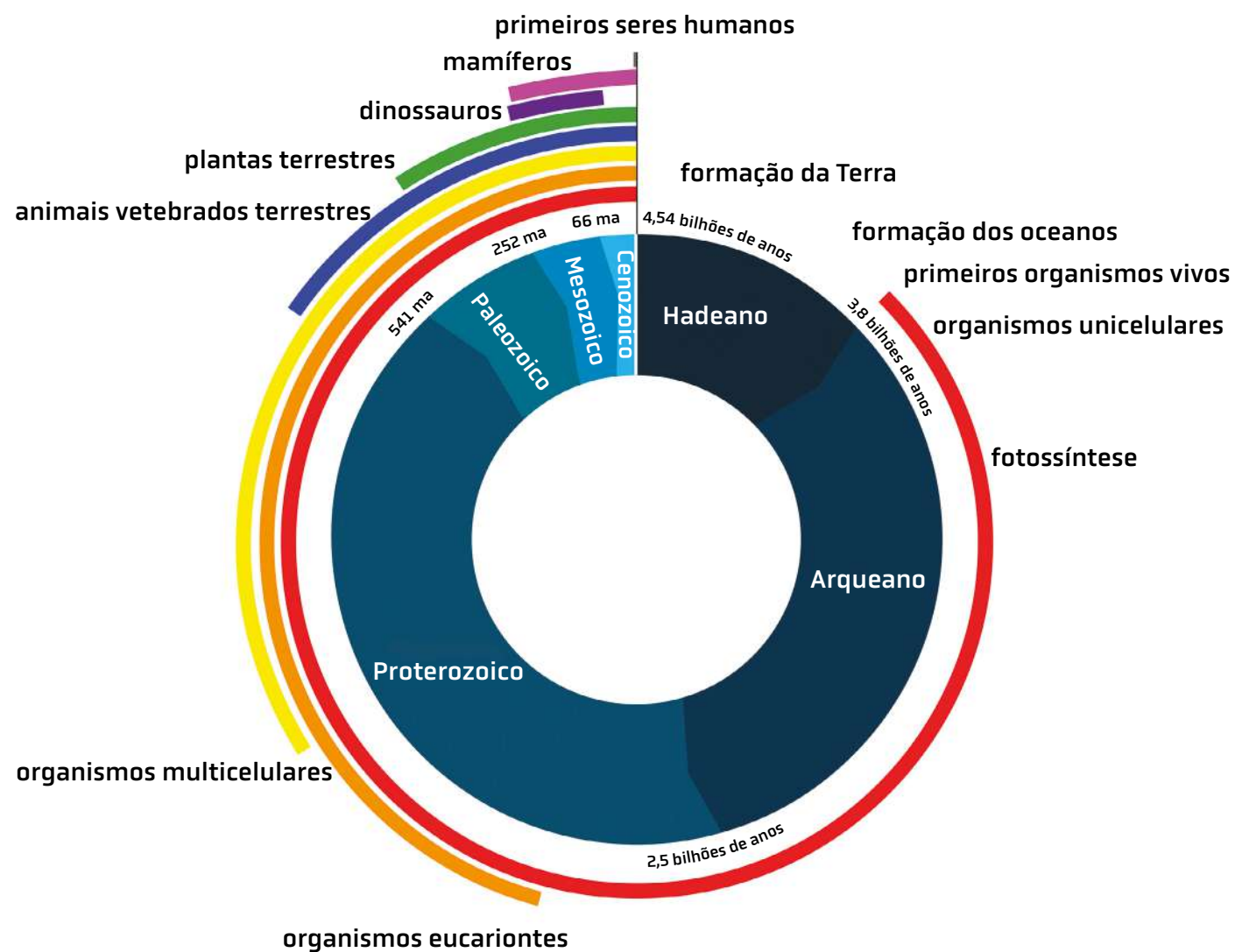


**Rock com Ciência**

# Tempo geológico

O **tempo geológico** é uma escala de tempo que inclui tanto o período de tempo em que a Terra foi formada até os dias atuais. É medida em milhões de anos e subdividida principalmente em éons, eras, períodos e épocas. Essa nomenclatura nos orienta quanto aos principais eventos geológicos que ocorreram no passado. Entre essas subdivisões, as mais utilizadas são as eras: Paleozoica (541–252 milhões de anos), Mesozoica (252–66 milhões de anos) e Cenozoica (66 milhões de anos – atualidade). Essas três eras pertencem ao éon Fanerozoico, que se inicia com o surgimento de organismos multicelulares.

As divisões do tempo geológico são marcadas pelos grandes eventos que ocorreram no planeta e que modificaram de alguma forma a biodiversidade e as características da superfície, como o impacto do asteroide ocorrido há cerca de 66 milhões de anos (no final do período Cretáceo), considerada a provável causa não apenas da extinção dos dinossauros (não avianos), mas também de diversos outros grupos fósseis.





## Fósseis

Organismos inteiros, como animais, plantas, fungos e seres unicelulares ou ainda partes deles (ossos e frutos, por exemplo), podem ser fossilizados bem como seus restos (fezes e sementes) e os vestígios de suas **atividades biogênicas (iconofósseis)**, como a impressão de pegadas e de folhas.

Na natureza, após a morte de um organismo, ocorre a decomposição de sua matéria orgânica e os nutrientes retornam para o meio dando continuidade à ciclagem da matéria. A fossilização é um processo raro, que interrompe esse ciclo e aprisiona esses organismos formando as rochas. Para que isso ocorra, são necessárias algumas condições específicas, como um rápido soterramento impedindo a matéria orgânica de ter contato com o gás oxigênio, o qual estimula a decomposição pela ação bacteriana e dos demais decompositores.

Qualquer matéria orgânica pode ser fossilizada; algumas, em razão de sua composição e maior dureza, são mais facilmente preservadas, como ossos, dentes, conchas e troncos. Já fósseis de tecidos moles como órgãos, pelos e penas, são ainda mais raros por causa de sua fácil decomposição.

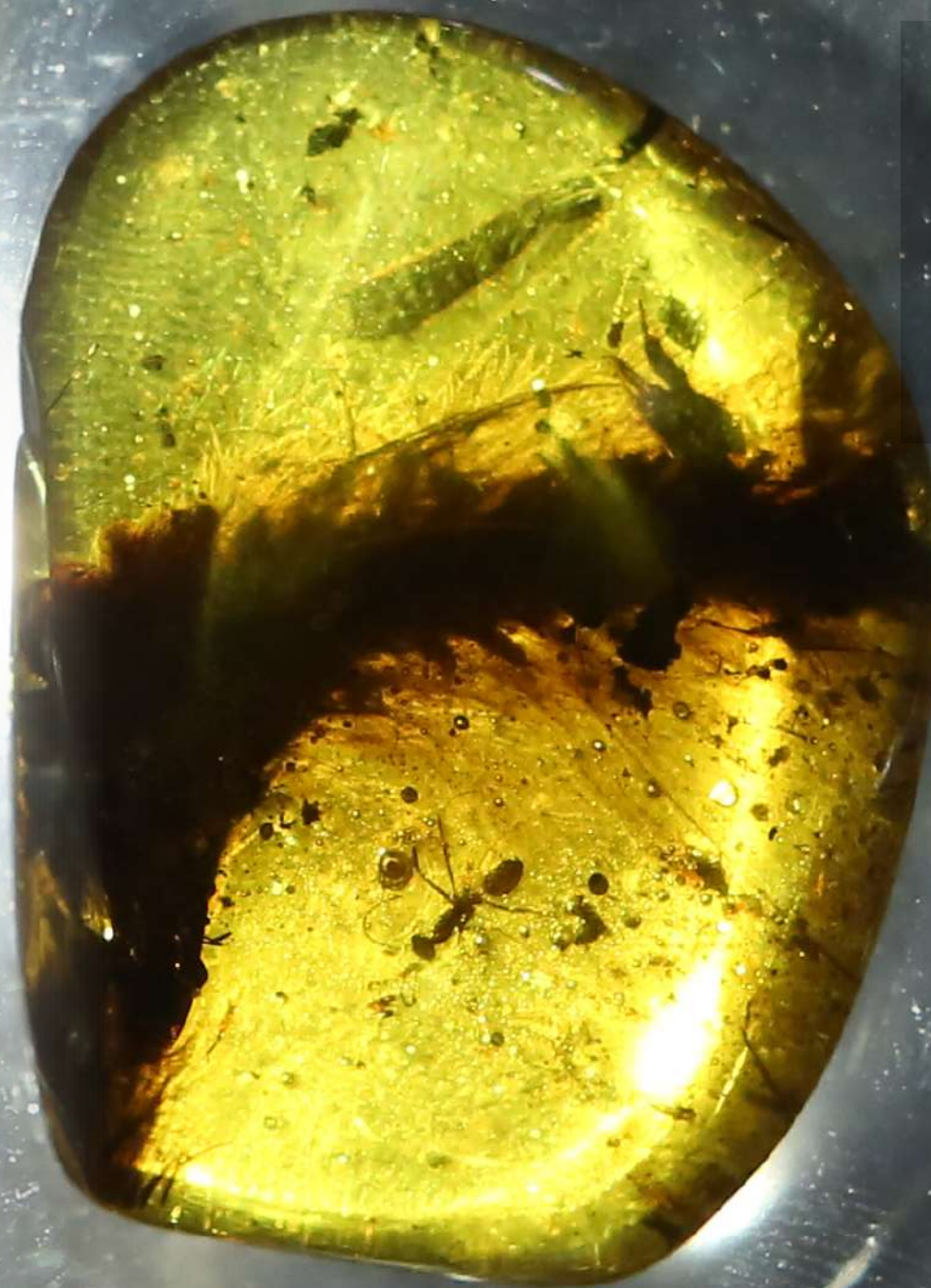
A preservação ocorre pela substituição completa ou parcial da matéria orgânica por minerais (modificação realizada principalmente com o auxílio da água, rica em diversos minerais), ou pela preservação de registros de atividade biológica.

# Processos de fossilização

A fossilização de troncos, por exemplo, ocorre por **permineralização**. Nesse processo, após a morte da planta, as células vegetais ficam ocas, porém mantêm seu formato original em razão da presença de celulose na parede celular. A água infiltra-se nesses espaços vazios transportando minerais, que se cristalizam e preenchem o interior das células. Esse processo é conhecido aqui no Brasil principalmente pelos fósseis das antigas florestas que ocupavam a área urbana de Teresina (PI) durante o período Permiano (299–251 milhões de anos). A permineralização também ocorre em cavidades de ossos e outros tecidos animais.

O processo de **substituição** vai além da permineralização, substituindo também a composição química original do material orgânico por diferentes minerais (carbonatização, piritização, silicificação).

Outros processos podem preservar organismos sem alteração, como a **criopreservação**, responsável pelos fósseis de mamutes congelados no *permafrost* da Sibéria ou a **inclusão em âmbar**, onde encontramos muitos artrópodes, plantas e até mesmo fósseis de vertebrados preservados, como um **fóssil da cauda de um pequeno dinossauro em um âmbar do Mianmar** (fotografia ao lado), o primeiro registro direto de que alguns dinossauros tinham penas.



A preservação de vestígios também é importante no estudo dos fósseis, pois permite inferir hábitos **paleoecológicos** que os organismos desempenhavam no passado. São exemplos pegadas, moldes de cavidades internas, túneis, fezes e até mesmo impressões de moléculas orgânicas. Por meio das pegadas e túneis, podemos entender como esses animais se locomoviam, pelas fezes sabemos se eles tinham hábitos carnívoros, herbívoros ou onívoros, e as impressões orgânicas nos permitem explorar a composição dos primeiros organismos que já habitaram a Terra, como a recente identificação de um fóssil de ***Dickinsonia*** [558 milhões de anos] possivelmente um dos primeiros animais.

Principais processos de fossilização		
<b>Restos</b>	Partes duras e moles sem alteração	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criopreservação</li> <li>• Dessecação</li> <li>• Inclusão em âmbar</li> </ul>
	Partes duras sem alteração química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permineralização</li> <li>• Incrustação</li> </ul>
	Partes duras sem alteração química e com estrutura alterada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recristalização</li> </ul>
	Partes duras com alteração química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incarbonização</li> <li>• Substituição</li> </ul>
<b>Vestígios</b>	Moldagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contramolde</li> <li>• Molde interno</li> <li>• Molde externo</li> </ul>
	Atividade biogênica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estruturas biogênicas e icnofósseis</li> </ul>

Fonte: ANELLI, L. E. et al. **Guia de aulas práticas, uma introdução ao estudo dos fósseis**. 8. ed. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 2020. Disponível em: <<https://didatico.igc.usp.br/fosseis/processos-de-fossilizacao/>>. Acesso em: 26 fev. 2022.

# Bacias sedimentares

A fossilização normalmente ocorre em **rochas sedimentares**, que são formadas de sedimentos (provenientes da erosão de outras rochas) depositados em regiões que passam a ser chamadas **bacias sedimentares**. Ao longo de milhares de anos camadas são acumuladas, formando assim diferentes rochas, sendo as basais as mais antigas e as superficiais as mais recentes. Os fósseis são formados quando os organismos são aprisionados entre essas camadas de sedimento; é importante frisar que os fósseis são formados com as rochas que os envolvem, sendo assim, é possível identificar a idade do fóssil pela datação geológica da rocha.





## Fósseis brasileiros

O Brasil é um país de grande diversidade fóssil, possuindo bacias sedimentares em todas as suas regiões. Destaca-se a **bacia do Araripe**, localizada no Nordeste na divisa dos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. Essa bacia possui duas principais formações muito ricas em fósseis: a **Formação Crato**, e a **Formação Romualdo**. Esta última possui uma fossilização tridimensional em nódulos de calcário e dois depósitos sedimentares mundialmente conhecidos, cujos fósseis se destacam pela incrível preservação, sendo possível encontrar até mesmo fósseis com a impressão de tecido mole, como é o caso do pterossauro *Thalassodromeus sethi*, cuja impressão de vasos sanguíneos em sua crista permite associá-la a uma função de termorregulação. Esse tipo de depósito sedimentar de alta qualidade de preservação é conhecido como *lagerstätte*.

Outros seres do passado também são encontrados nessas formações, inclusive, de grupos ainda mais abundantes do que os pterossauros, considerados mais raros em razão de seus ossos pneumatizados (ocós) que proporcionam a capacidade de voo. Há fósseis de peixes e artrópodes em grandes quantidades, crocodilianos, dinossauros, plantas e até mesmo um dos **únicos cogumelos (fungos) fósseis do país.**

Além de muitas bacias **sedimentares continentais** em todas as suas regiões, o Brasil, por ter grande parte de seu território em contato com o litoral, dispõe de **bacias sedimentares de margem continental**, como a Bacia de Santos e a de Campos, de onde retiramos principalmente o petróleo, um tipo de combustível fóssil, assim chamado por ser originado pela fossilização incompleta de organismos ao longo de milhões de anos.

Para conhecer um pouco mais sobre o patrimônio paleontológico brasileiro, você pode também ver o documentário em três partes sobre os fósseis do Araripe.



**Parte 1 –  
Os fósseis e a  
comunidade**



**Parte 2 –  
O Sertão e os fósseis**



**Parte 3 –  
FACES dos fósseis**



# Comercialização de fósseis brasileiros

Fósseis brasileiros são protegidos pelo **Decreto-lei 4.146, de 4 de março de 1942**, que dispõe sobre a proteção de depósitos fossilíferos, portanto, desde então, são considerados bens públicos pertencentes à União; em outras palavras, a exploração e a comercialização de fósseis brasileiros são proibidas.

Apesar disso, muitos fósseis brasileiros se encontram em instituições no exterior e em coleções privadas ao redor do mundo, o que acarreta diversos problemas não apenas para a comunidade científica como para a sociedade. Os fósseis encontrados no Brasil são patrimônio nacional, isso significa que eles possuem um valor não apenas científico, mas cultural, histórico e social. Ao retirar esses fósseis de seu local de origem, perdemos não apenas o desenvolvimento científico do nosso país, como também o turístico e o cultural. As regiões próximas de **afloramentos** (locais onde os fósseis emergem das rochas) são as mais prejudicadas por essas práticas ilegais.

Recentemente, um movimento muito forte, principalmente nas redes sociais, veio tomando espaço e reforçando a repatriação de fósseis brasileiros, o **#UbirajaraBelongsToBR** (“Ubirajara pertence ao Brasil”). Ele se iniciou depois da descoberta, e sua divulgação, de um pequeno dinossauro fóssil proveniente da Bacia do Araripe (Ceará), o *Ubirajara jubatus*. O artigo de divulgação foi retirado pela revista que o publicou por causa da mobilização social e da falta de informações confiáveis sobre a procedência do material.

Essa mobilização já vem dando resultados, como a repatriação no início do ano de 2022 de um pterossauro que se encontrava em uma coleção privada na Bélgica.





◀ **Beatriz Marinho Hörmanseder** é bióloga, paleontóloga e divulgadora científica formada pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio), mestre em Geociências pelo Museu Nacional/UFRJ (MN/UFRJ) e atualmente é doutoranda em Biologia Animal pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Trabalhou e se especializou no estudo de crocodilianos fósseis e participa de diversos projetos de divulgação científica desde 2013. Atualmente pesquisa sobre a biomecânica da locomoção terrestre de pterossauros.

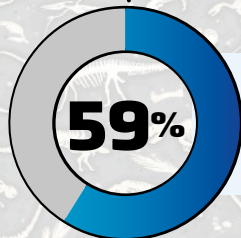
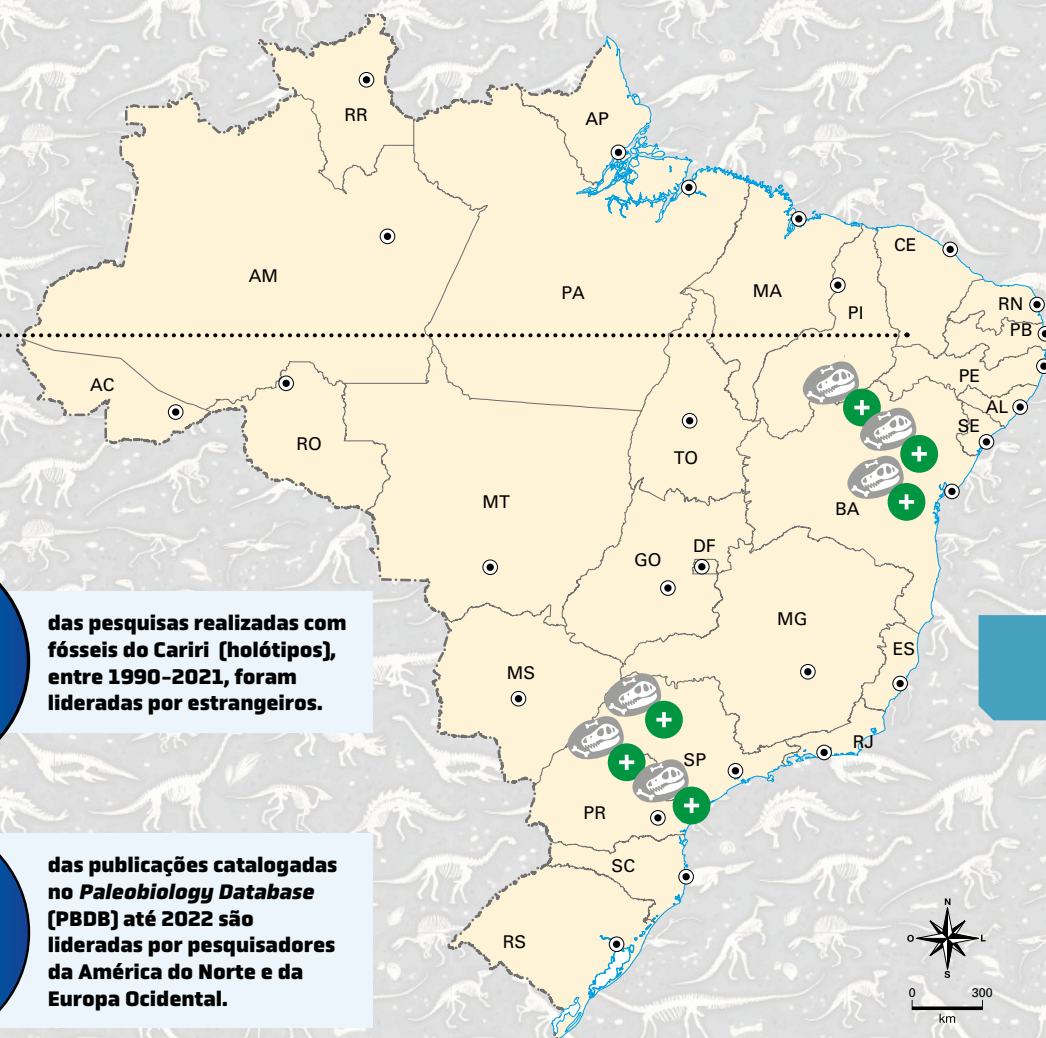
Há ainda muito trabalho a ser feito, pois centenas de fósseis brasileiros, inclusive **holótipos** (primeiro espécime utilizado na descrição de uma espécie), ainda se encontram em coleções particulares ou fora do país, inclusive o próprio *Ubirajara jubatus*, o nosso “Bira”. É importante que nossos fósseis sejam guardados em coleções públicas, para que qualquer pesquisador possa acessá-los e estudá-los, garantindo assim uma ciência ética e justa. Fósseis guardados em coleções particulares ficam inacessíveis ao estudo do público geral, ou seja, impossibilitam que a pesquisa seja questionada por não permitir a replicabilidade em razão da restrição do acesso ao material fóssil.



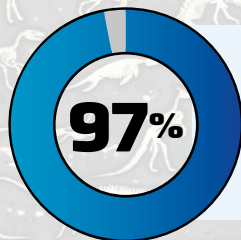
# INFO GRÁFICO



## Brasil: principais sítios paleontológicos



59% das pesquisas realizadas com fósseis do Cariri (holótipos), entre 1990-2021, foram lideradas por estrangeiros.



97% das publicações catalogadas no *Paleobiology Database* (PBDB) até 2022 são lideradas por pesquisadores da América do Norte e da Europa Ocidental.

### CAMINHOS DA EXPORTAÇÃO ILEGAL DE FÓSSEIS



Fontes: RAJA, N. B., DUNNE, E. M., MATIWANE, A. et al. Colonial history and global economics distort our understanding of deep-time biodiversity. *Nature Ecology & Evolution*, v. 6, p. 145–154, 2022; Fonte: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, ET.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (edit). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP); Brasília 2002. Disponível em: <[http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP\\_Vol\\_I.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP_Vol_I.pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2022; CISNEROS, J. C. Digging deeper into colonial palaeontological practices in modern day Mexico and Brazil. *Royal Society Open Science*, mar. 2022. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.210898>>. Acesso em: 2 mar. 2022.



- Fóssil e principais processos de fossilização
- Bacias sedimentares
- O que é a Paleontologia?
- Comercialização de fósseis brasileiros
- Principais sítios paleontológicos no Brasil.

## V Organizando ideias

1. O tempo geológico é algo que o ser humano não consegue ter real percepção. Para deixar essa questão um pouco mais palpável, que tal medir o tempo em unidades de espaço? Considere um deslocamento que você costuma fazer no dia a dia e compare-o com a escala geológica, tanto da origem do planeta Terra (4,6 bilhões de anos) quanto dos organismos multicelulares (541 milhões de anos) e aponte em que quilometragem os principais eventos da história da Terra ocorreriam. Compare os resultados com seus colegas para visualizar as diferentes escalas temporais.
2. O petróleo é um combustível fóssil amplamente utilizado em todo o mundo. Ele é originado da decomposição da matéria orgânica, portanto é um recurso finito. Onde encontramos petróleo? Como é formado? Quais são as camadas que o envolvem? Qual é a função delas? Realize uma pesquisa sobre a origem do petróleo. Compartilhe com seus colegas e discuta sobre a exploração atual de recursos fósseis.

## Debate e reflexão

Como vimos até agora, no Brasil há grande diversidade de fósseis espalhados por suas regiões com representantes de todas as eras geológicas, incluindo organismos microscópicos, plantas, fungos, invertebrados, vertebrados e icnofósseis. Pesquise um fóssil brasileiro e identifique sua **idade e período**, proveniência (**bacia sedimentar** e estado brasileiro) e **taxonomia**.

Usando um mapa do Brasil e, em conjunto com seus colegas, posicione os fósseis pesquisados de acordo com sua localidade de origem. Em seguida, compare e posicione os fósseis em ordem cronológica, dos mais antigos aos mais recentes e discuta em sala de aula as adaptações surgidas em cada organismo ao longo do tempo geológico.



# V No vestibular

**[UPE]**

Observe o texto e a figura a seguir:

Imagine que você precisou entreter algumas crianças com a visualização de um vídeo sobre dinossauros. O trecho a seguir despertou perguntas.

...Dinossauro  
Veio muito antes do meu ta ta taravô...  
...Não é fácil de achar um fóssil  
Ainda mais haver um ovo intacto  
Imagina ver um desses vivo  
Eu corria logo pro meu quarto...

<http://www.mundobita.com.br>

As crianças querem saber:

- Por que não é fácil achar um fóssil?
- Por que dinossauros deixaram de existir?
- Por que é importante conhecê-los?



Assinale a alternativa que responde, de forma **CORRETA**, a uma das curiosidades das crianças.

- a) Preservar restos de animais é difícil por causa da decomposição por bactérias e fungos; em geral, partes moles são mais fáceis de conservar. Os dinossauros foram extintos, há milhões de anos, pela erupção de um vulcão.
- b) Partes duras e moles dos seres apresentam igual probabilidade de se fossilizarem, como é possível ver nos museus. Os dinossauros foram extensivamente caçados pelos Neandertais, o que os levou à extinção.
- c) Fósseis de dinossauros são provas concretas da existência de vida na Terra, sendo uma importante ferramenta de estudo da evolução, que ocorreu nos seres vivos e no próprio planeta.
- d) Se os fósseis dos dinossauros não fossem estudados, nunca saberíamos que essas aves gigantes viveram no planeta, na mesma época da espécie humana.
- e) A Terra passou por vários períodos de extinção dos seres vivos. No Cretáceo, 90% das espécies vivas do planeta desapareceram, e, durante o Permiano, os dinossauros foram extintos juntamente com os mamutes.



**Diretor-geral**

Ricardo Tavares de Oliveira

**Diretor de Conteúdo e Negócios**

Cayube Galas

**Diretora Adjunta de Sistema de Ensino**

Cintia Cristina Bagatin Lapa

**Gerente de Conteúdo**

Júlio Ibrahim

**Gerente de Produção e Design**

Letícia Mendes de Souza

**Editora**

Carolina Cardoso Dutra Evangelista

**Editoras Assistentes**

Luiza Grecco e Marques  
Lígia Cosmo Cantarelli

**Colaboradoras**

Eliana Garcia Feresin  
Vanessa Romero

**Coordenador de Eficiência e Analytics**

Marcelo Henrique Ferreira Fontes

**Analista de Fluxo**

Letícia Bovolon Bezerra

**Assistente de Fluxo**

Samantha de Fátima Santos

**Supervisora de Preparação e Revisão**

Adriana Soares de Souza

**Assistente Editorial**

Renata Slovac Savero

**Preparação e Revisão**

Equipe FTD

**Coordenadora de Imagem e Texto**

Marcia Berne

**Imagem e Licenciamento**

Equipe FTD

**Coordenadora de Criação**

Daniela Di Creddo Máximo

**Coordenador de Produção e Arte**

Fabiano dos Santos Mariano

**Supervisor de Produção e Arte**

Pedro Gentile

**Projeto Gráfico**

Bruno Attili  
Carlos Feitosa Ferreira

**Editores de Arte**

Adriana Maria Nery de Souza  
Carlos Feitosa Ferreira  
Danilo Sardinha Santos

**Nono Estúdio: Coordenador Audiovisual**

Diego Morgado

**Nono Estúdio: Designers Audiovisuais**

Ananda Castilho Barberino  
Caio Francisco Brandão  
Mauro Akira Ueda  
Michel Luciano Silva Araújo

**Crédito das imagens e dos vídeos**

[capa] @denyshutter/123RF.COM; [p.2] Design Projects/Shutterstock.com; [p.3] Delfim Martins/Pulsar Imagens, Rock com Ciência; [p.4] Cordelia Molloy/ Science Photo Library/Science Photo Library Fotoarena; [p.5] liga\_sveta/Shutterstock.com; [p.6] China/Future Publishing via Getty Images; [p.8] Alex Silva; [p.9] ANTONIO SCORZA/AFP via Getty Images; [p.10] renatopmeireles/Shutterstock.com, Colecionadores de ossos; [p.11] Luxquine, Fabio Coala, @procy/123RF.COM; [p.12] Arquivo Pessoal, Khadi Ganiev/Shutterstock.com; [p.13] Allmaps/Renato Bassani, imGhani/Shutterstock.com, ONYXprj/Shutterstock.com, freshcare/Shutterstock.com, peiyang/Shutterstock.com, SpicyTruffel/Shutterstock.com, Cadmium\_Red/Shutterstock.com, Africa Studio/Shutterstock.com, SpicyTruffel/Shutterstock.com, Oceloti/Shutterstock.com, Gluiki/Shutterstock.com