

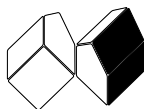
V11/04

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR
CASA DAS CIÊNCIAS

DEZEMBRO 2023



REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR



FICHA TÉCNICA

Rev. Ciência Elem., V11(04)

Publicação trimestral
da Casa das Ciências

ISSN 2183-9697 (versão impressa)

ISSN 2183-1270 (versão online)

rce.casadasciencias.org

DEPÓSITO LEGAL

425200/17

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Alexandra Coelho

DESIGN

Rui Mendonça

PAGINAÇÃO

Raul Seabra

IMAGEM NA CAPA

Pavimento em Liós da Praça do Comércio
Carlos Marques da Silva

© Todo o material publicado nesta revista pode ser reutilizado para fins não comerciais, desde que a fonte seja citada.



PROPRIETÁRIO

Casa das Ciências/ICETA

Faculdade de Ciências,

Universidade do Porto

Rua do Campo Alegre, 687

4169-007 Porto

rce@casadasciencias.org

CORPO EDITORIAL DA REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

EDITOR

João Nuno Tavares (UNIVERSIDADE DO PORTO)

EDITORA CONVIDADA

Rute Coimbra (UNIVERSIDADE DE AVEIRO)

CONSELHO EDITORIAL

Alexandre Lopes Magalhães (UNIVERSIDADE DO PORTO)

Jorge Manuel Canhoto (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

Paulo Ribeiro-Claro (UNIVERSIDADE DE AVEIRO)

José Cidade Mourão (INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO)

Rute Coimbra (UNIVERSIDADE DE AVEIRO)

Sónia Gouveia (UNIVERSIDADE DE AVEIRO)

José Francisco Rodrigues (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

PRODUÇÃO E SECRETARIADO

Alexandra Coelho

Guilherme Monteiro

Liliana Freitas

Raul Seabra

NORMAS DE PUBLICAÇÃO NA RCE

A Revista de Ciência Elementar dirige-se a um público alargado de professores do ensino básico e secundário, aos estudantes de todos os níveis de ensino e a todos aqueles que se interessam pela Ciência. Discutirá conceitos numa linguagem elementar, mas sempre com um rigor superior.

INFORMAÇÃO PARA AUTORES E REVISORES

Convidam-se todos os professores e investigadores a apresentarem os conceitos básicos do seu labor diário numa linguagem que a generalidade da população possa ler e compreender.

Para mais informação sobre o processo de submissão de artigos, consulte a página da revista em rce.casadasciencias.org

DEZEMBRO 2023

V11/04

ÍNDICE

02 AGENDA

03 NOTÍCIAS

05 PROFESSOR DO ANO 2023

EDITORIAL

07 **Vale a pena ser Professor Cooperante?**

Rute Coimbra

ARTIGOS

9 **Os charcos como ferramenta de exploração pedagógica em Portugal.**

Marisa Naia, José Teixeira

13 **O deserto veio à cidade.**

Maria João Costa *et al.*

17 **Breve guia de Paleontologia urbana.**

Carlos Marques da Silva, Sofia Pereira

25 **Do espaço ao solo.**

Vítor Hugo Neves *et al.*

28 ***We will rock you.***

Rita Sousa *et al.*

31 **Comparação de ensaios de capacidade de troca catiónica em argilas.**

Tiago Pinho *et al.*

PROJETO DE SUCESSO

36 **Os Herbários do Museu da Ciência da Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas (Porto).**

Ana Bela Saraiva

AOS OLHOS DA CIÊNCIA

39 **Do Paleozoico dos Picos da Europa ao Jurássico da Costa (Asturiana) dos Dinossauros.**

Luís Vítor Duarte, José Carlos García-Ramos

IMAGEM EM DESTAQUE

48 **Descubra as diferenças (se conseguir...).**

Rute Coimbra

07/07
a 09/07(2024)

IX Internacional da Casa das Ciências

Pela primeira vez na história dos Encontros Internacionais da Casa das Ciências, que persistem desde 2013, vamos repetir uma cidade dois anos seguidos! Depois do sucesso do VIII Encontro, repetiremos a fórmula e o local! Vamos regressar à cidade dos canais e à Universidade de Aveiro, entre 7 e 9 de julho de 2024 para os habituais 3 dias de formação. Estamos a trabalhar no programa que incidirá no impacto da IA na educação. O tema aglutinador será **Qual o impacto da Inteligência Artificial na Educação? Vantagens e desvantagens**. As inscrições abrirão em janeiro. Esteja atento!

UNIVERSIDADE DE AVEIRO

Até 31/12(2023)

Exposição Mulheres Naturalistas do Passado

Está patente até 31 de dezembro, na Estufa Aberta do Jardim Botânico da UP, a exposição [Mulheres Naturalistas do Passado](#). Organizada pelo Centro de Ciência Viva da Floresta conta com aquarelas de Luísa Nunes, professora de Ecologia e Entomologia do IPCB, que mostram 14 mulheres cujas descobertas incidiram sobre flora, fauna e a biodiversidade. Poderemos encontrar representações de Maria Sibylla Merian, Jane Goodall, Rachel Carson, Marjory Latimer, Jeanne Baret, entre outras.

JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Até 31/12(2023)

Variações naturais

Uma viagem pelas paisagens de Portugal

Ainda inserida na programação **Lisboa Capital Verde Europeia 2020**, podemos ainda aproveitar os últimos dias para visitar esta exposição que se reparte por 10 áreas que correspondem a 10 diferentes ecossistemas: urbano, montanhoso, florestal (onde se incluem bosque, montado e estepe), maciços calcários (onde se incluem grutas), sistemas aquáticos (águas rápidas, águas lentas, paul), estuário, costa arenosa, costa rochosa, oceanos e ecossistemas insulares, com destaque para os arquipélagos dos Açores e Madeira. As áreas da exposição combinam cenários, fotografias, vídeo e som, com espécimes e modelos biológicos de mais de 140 espécies, completadas por mapas que auxiliam na identificação de Parques Naturais e outras áreas protegidas onde se encontra cada um dos ecossistemas presentes.

Mais informações [aqui](#).

MUSEU NACIONAL DE HISTÓRIA NATURAL E DA CIÊNCIA



Investigadores da UA participam em missão análoga de Marte.



FIGURA 1. Slavka Carvalho e Rui Moura, membros da equipa de sete especialistas convocados para esta missão. (<https://www.ua.pt/noticias/9/84346>)

O Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro e a Unidade de Investigação GeoBioTec, parceiros institucionais do projecto CAMões, foram representados na primeira missão em análogo planetário lunar em Portugal. Esta missão teve lugar na ilha Terceira dos Açores, liderada pela Investigadora Ana Pires, contando com a participação da Investigadora Slavka Carvalho e do Investigador e Docente Rui Moura (FIGURA 1).

A missão decorreu na Gruta do Natal, na Ilha Terceira (Açores), local escolhido por ser considerado um análogo do ambiente lunar. Como parte do projeto CAMões— *Caving Analog Mission for Ocean, Earth and Space Exploration*— evidências recolhidas durante esta fase do projeto vão impulsionar os Açores como zona de referência para investigações dedicadas ao planeamento e *design* de missões lunares e marcianas.

Tratando-se de um ambiente subterrâneo com características únicas e biodiver-

sidade específica, foram realizados estudos em áreas muito diversas. Desde o exterior, uma equipa de especialistas em espeleologia, vulcanismo, microbiologia, geoquímica e medicina espacial atuou como *mission control*.

Fósseis de Santa Maria mais acessíveis a todos.



FIGURA 1. Imagem representativa dos milhões de fósseis de ouriços que se podem encontrar na jazida da Pedra-que-pica, notavelmente adjacente a material vulcânico de cor mais escura (canto inferior direito).

O património geológico e paleontológico de Santa Maria é meritório de interpretação e divulgação que seja acessível a todos. As suas jazidas fossilíferas são um laboratório natural de relevância internacional, objeto de numerosos estudos científicos no âmbito de colaborações internacionais. Assim, o Plano de Ação do Paleoparque de Santa Maria prevê um investimento considerável na instalação de um cais amovível para acostagem de embarcações na Pedra-que-Pica e na Gruta dos Incofósseis. Outras ações de conservação, monitorização, promoção do paleoparque dos fósseis de Santa Maria se-

rão promovidas entre 2023 e 2026, incluindo a divulgação nos voos da SATA.

(Notícia avançada pelo Correio dos Açores a 22 setembro de 2023 e consulta de Plano em <https://portal.azores.gov.pt/documentos/2314945/30f9ddd5-8b0c-2c46-c3e6-6066da67d008>)

Laurent Ballesta: vencedor absoluto do Wildlife Photographer of the Year.

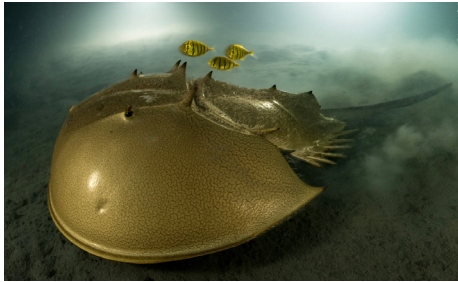


FIGURA 1. Fotografia vencedora de um caranguejo-ferradura com carapaça protetora dourada, acompanhado por um trio de peixes juvenis durante a sua procura por alimento. (Galeria completa de imagens em <https://www.nhm.ac.uk/wpy/gallery>)

O fotógrafo Laurent Ballesta é autor de vários livros de fotografia sobre vida selvagem subaquática. É um dos co-fundadores da *Andromède Océanologie*, instituição dedicada a atividades de investigação, divulgação e conservação do meio aquático, e líder de expedições marinhas há mais de 10 anos. Ilustra particularidades do mundo subaquático tanto como naturalista como artista.

Nas palavras do Editor e Presidente do Júri deste concurso, testemunhar a presença de um caranguejo-ferradura vivo de forma tão vibrante no seu *habitat* natural é surpreen-

dente. Entender que esta é uma espécie antiga e altamente ameaçada foram alguns dos argumentos de peso para a decisão. Ainda nesta edição, o fotógrafo de notoriedade internacional conta com outra fotografia vencedora na categoria de Ambientes Terrestres. Trata-se de uma composição de várias dezenas de imagens capturadas ao longo de três dias, revelando imagens da parte emergente de um *iceberg*—*The Ice Monster*.

Professor do Ano 2023.



Pedro Nuno Silva

Pedro Nuno Macedo Leite da Silva, nasceu há 52 anos em Vila Nova de Gaia, onde se licenciou em Engenharia Informática pelo ISPGaya. Seguiu-se o Mestrado em Inteligência Artificial e Computação pela FEUP e alguns anos depois um outro, desta feita, pela Universidade Católica, em Ciências da Educação.

Professor do grupo 550 desde 1997, é Professor do Quadro do Agrupamento de Escolas Dr. Manuel Gomes de Almeida, Espinho, desde 2018.

Desde cedo que a sua carreira é marcada por funções de direção de turma e gestão; senão veja-se: no Agrupamento de Escolas António Sérgio exerceu as funções de Coordenador da equipa de elaboração dos horários da escola (2001/4), Diretor de Turma (2001/2, 2014/15 e 2015/16), Diretor do curso de Especialização Tecnológica de Produtos Multimédia (2002/3), Coordenador Pedagógico (2005/7), Coordenador do Projeto Estratégico Intervenção e Modernização Tecnológica (2007/9), Coordenador da Equipa P.T.E. (2009/12), Presidente do Conselho Geral 2009/12, Coordenador do Plano de Formação do Agrupamento 2013/14, Assessoria pedagógica da direção do Centro de Formação Gaia Nascente 2013/14, Assessoria técnica da

direção do Centro de Formação Gaia Nascente 2013/18, Coordenador da equipa de Autoavaliação 2015/17, Coordenador de departamento 2015/17.

Já no Agrupamento de Escolas Dr. Manuel Gomes de Almeida, em Espinho, desde o ano letivo de 2019/2020 que é Coordenador do grupo disciplinar de Informática e Elemento da equipa do Gabinete de Avaliação Interna; desde 2021/2022 exerce funções de Coordenador da equipa PADDE/EDD e, finalmente, neste ano letivo, é Gestor de contratos para o Centro Tecnológico Especializado de Informática.

Para além disto, ainda tem forma de manter ativa a sua veia de formador, sendo formador acreditado pelo CCPFC nas áreas A40, C15— desde 1999— e B01— desde 2012—, com mais de 300 horas de formação lecionadas. Foi formador DGIDC em “Competências Profissionais e Pedagógicas TIC: Quadros Interativos Multimédia” no ano letivo 2009/10 e Formador DGE no âmbito do PNPSE em 2016/1; foi também formador DGE no âmbito do PTD/CDD em 2021/2023. Foi consultor científico-pedagógico do Centro de Formação de Associação de Escolas Gaia Nascente entre 2014 e 2016.

É um Colaborador incansável da *Casa das Ciências* desde a sua génese, em 2008, tendo estado presente na Fundação Calouste Gulbenkian no dia lançamento público do portal com uma apresentação sobre simulações Java. É quase que obrigatória a sua presença em todos os Encontros Internacionais da *Casa das Ciências*, tanto como elemento da Comissão Organizadora dos Encontros como enquanto formador, gerindo várias oficinas de formação com temáticas que vão desde Simulações Java passando por Scratch ou Python, úteis a docentes de várias áreas.

É por esta disponibilidade total e completa para ajudar, para estar sempre presente quando se trata de formar e ensinar, que a *Casa das Ciências* decidiu que este ano era a sua vez de ser homenageado.

Os testemunhos dos que dele são próximos isso provam.

Para além da perspetiva académica e científica, destaco igualmente a sua enorme capacidade de trabalho, a sua total disponibilidade sempre que é desafiado para (novos) projetos e a grande facilidade no trato. Saliava ainda a vertente de “formador”, que reflete claramente o prazer que tem em partilhar/replicar os conhecimentos adquiridos e as experiências capitalizadas ao longo da sua carreira.

José Ilídio Alves de Sá, O Diretor e Amigo

À pessoa/professor que é o Pedro Nuno Silva ressaltar a sua enorme estatura como professor e o empenho com que sempre apoiou a Casa das Ciências com o seu saber e a sua determinação a par da sua evolução como docente.

Manuel Luíz Silva Pinto, Ex-Presidente dos Encontros Internacionais da Casa das Ciências

Vale a pena ser Professor Cooperante?

Novembro de 2022: “no próximo ano haverá cerca de 1.500 estagiários, entre finalistas de licenciaturas em Ensino Básico e de mestrados em ensino” (Ministro da Educação João Costa à Agência Lusa). Em setembro de 2023 seriam portanto necessários 500 a 750 Professores Cooperantes para a missão de os orientar. E eles responderam positivamente, apesar de tudo... A pergunta que se impõem: vale a pena ser Professor Cooperante?

Num contexto de crescente necessidade de Professores Cooperantes, aqui ficam alguns dados/reflexões:

(i) a falta de docentes evidenciada ao longo dos últimos anos tem como solução a chegada de novos docentes ao Ensino Básico/Secundário. Para “melhorar a atratividade da carreira docente estão previstas medidas de valorização salarial, progressão na carreira, remuneração dos estágios e reconhecimento do trabalho do Professor Cooperante na sua carga letiva” (Ministro João Costa). Entretanto, continua a ser importante haver, e há de facto, Professores Cooperantes nas Escolas que desempenham a sua missão de forma altruísta;

(ii) o número de alunos a concluir graus académicos conducentes à carreira de Professor tem aumentado devido, exatamente, a reconhecerem o nicho de oportunidade que se foi criando ao longo das últimas décadas neste mercado de trabalho. Dadas as incertezas do mundo atual, a aposta na profissão ganha novo impulso com a chegada de novas gerações. Estamos preparados para a sua chegada?;

(iii) “o papel do Professor Cooperante como elemento fundamental da supervisão pedagógica na formação inicial de professores assume-se numa perspetiva de trabalho colaborativo como suporte do processo” (Rodrigues et al., 2016). O resultado prático destas interações no âmbito da indução a uma profissão são experiências de aprendizagem mútua. E aqui se inicia a lista de privilégios que não estão previstas em documentos legais, mas reportada em alguns estudos (inter)nacionais: o prazer de ensinar a profissão a “puras esponjas” ávidas de saber e orientação. Em troca recebe-se parte da energia vital que os move e nos contamina com ideias, intenções e projetos (e.g., Ganser, 1996; Ingerson et al., 2011);

(iv) pedagogicamente, as funções do professor cooperante incluem: informar, questionar, sugerir, encorajar e avaliar no sentido formativo (Vieira, 1993 in Lopes, 2019). Dados recentes indicam que os Professores Cooperantes consideram ter perfil adequado à função (Leite et al., 2023), revelando, no entanto, a necessidade de construção de uma relação mais sólida com as Instituições de Ensino Superior;

v) o papel do Professor Cooperante reveste-se de extrema importância na lógica de uma engrenagem composta por três peças (a tríade referida por Hart, 2020, ilustrada na FIGURA 1).



FIGURA 1. Representação da visão integradora do papel de cada interveniente da tríade Professor-Cooperante, Estudante/Futuro Docente, Professor do Ensino Superior. Note-se ainda a presença de alguns intervenientes "satélite" que garantem o funcionamento da engrenagem.

Faltando uma, simplesmente não funciona. São necessários mais e mais Professores Cooperantes para a tal missão do verbo "ajudar" (*sensu* Alarcão e Tavares, 2007) no último ano de formação dedicado a socialização profissional e construção de identidades (Albuquerque, 2007);

(vi) se nos focarmos apenas nas regalias práticas, pode eventualmente não compensar. Os professores cooperantes persistem por dedicação, para criar legado, transmitindo algo que não tem preço quantificável: a sua experiência de anos/décadas;

(vii) propostas alternativas de benefício, outorgadas pelas Instituições de Ensino Superior podem ser uma realidade. Entre elas, pode incluir-se conferir aos Professores Cooperantes redução de propinas para formação pós-graduada ou acesso livre a biblioteca/cantinas/informação digital;

(viii) testemunhos reais: *"Com a supervisão de estágios, esperam dar e receber formação (...) num processo de construção comum de conhecimentos. (...) Referem mais vezes a sua própria aprendizagem que a dos estagiários."* (in Guedes et al., 2011).

Estas são as regras do jogo. Jogamos?

Como nota final, gostaria de agradecer aos orientadores e mentores que dedicaram longas horas durante o meu percurso. Valeu bem a pena!

Todas as referências citadas ao longo do texto estão disponíveis na versão completa do artigo.

Rute Coimbra
Universidade de Aveiro

Os charcos como ferramenta de exploração pedagógica em Portugal.

Marisa Naia, José Teixeira

CIIMAR

Os charcos desempenham importantes funções ecológicas e ambientais, e albergam uma biodiversidade notável, uma vez que muitas plantas aquáticas e animais, como anfíbios e invertebrados, estão totalmente dependentes destes *habitats* para sobreviver ou reproduzir-se. Dada a sua reduzida dimensão e facilidade de construção e visitação, os charcos constituem importantes medidas para aumentar a biodiversidade em meio urbano e valiosos recursos educativos, pois permitem a realização de numerosas atividades de carácter lúdico-científico e de contato próximo com a natureza. A exploração destes *habitats* permite contribuir para o aumento do conhecimento e sensibilização sobre a biodiversidade e importância dos charcos, bem como motivar a comunidade escolar e toda a população para o seu uso educativo e preservação destes *habitats* enquanto importantes reservatórios de biodiversidade e laboratórios vivos.

Os charcos são pequenas massas de água parada ou com corrente muito baixa, que ocorrem naturalmente numa ampla variedade de ambientes terrestres, mas que também podem ser criados para diversas atividades humanas (FIGURA 1).

Este tipo de *habitat* pode ter um carácter permanente, retendo água durante todo um ano hidrológico, ou temporário, em que retêm água apenas durante algumas semanas ou meses. O seu hidroperíodo influencia muito as suas funções ecológicas e condiciona grandemente as espécies que habitam cada charco. Apesar do seu pequeno tamanho, quando comparados com rios e lagos, os charcos têm uma alta produtividade primária e elevada biodiversidade de diversos grupos de seres vivos, como algas, plantas aquáticas, invertebrados, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Muitas destas espécies estão totalmente dependentes destas massas de água para a sua sobrevivência e reprodução, como é o caso das libélulas e dos anfíbios. Os charcos albergam também muitas espécies consideradas raras e ameaçadas, constituindo frequentemente *hotspots* de biodiversidade. Para além dos benefícios para a biodiversidade, os charcos representam 30 a 50% da água parada a nível global, desempenhando funções im-

portantes além de sua escala local e regional. Estes *habitats* fornecem importantes serviços de ecossistema, sendo considerados uma solução baseada na natureza para a resolução de alguns desafios impostos pelas mudanças antropogênicas globais. Por exemplo, os charcos intervêm na regulação dos ciclos hidrológicos, sendo responsáveis pela depuração e armazenamento de água, bem como pela recarga dos lençóis freáticos, contribuindo para minimizar o efeito de cheias. Desempenham um papel crítico no ciclo global do carbono, pois coletivamente capturam e retêm quantidades significativas de dióxido de carbono da atmosfera, ajudando a mitigar os efeitos das alterações climáticas. Os charcos contribuem também no controlo de pragas agrícolas ou de insetos vetores de doenças, para além do seu valor paisagístico, científico e educativo.

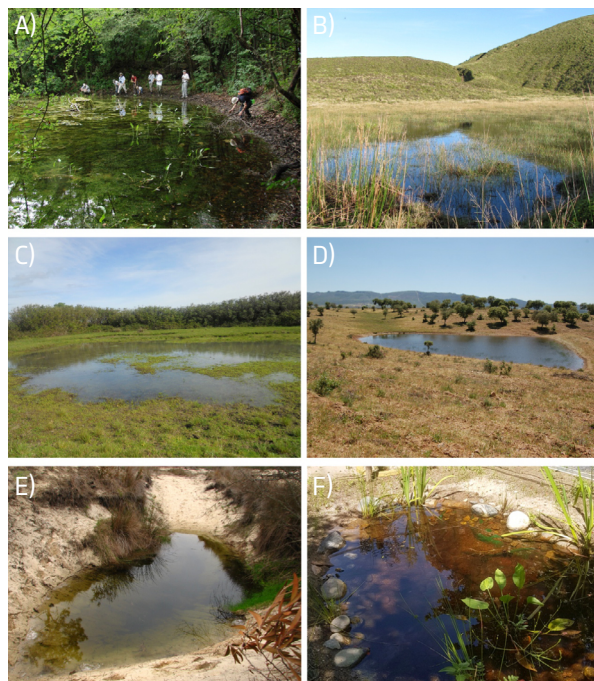


FIGURA 1. Diferentes tipos de charcos: A) Charco florestal. B) Charco de trufeira. C) Charco temporário de planície. D) Charco para gado. E) Charco dunar. F) Charco construído numa escola.

Os charcos são importantes recursos educativos e constituem modelos exemplares para a realização de numerosas atividades de carácter lúdico-científico, pois: i) apresentam pequenas dimensões e são de fácil construção e manutenção, pelo que podem ser implementados em qualquer local, incluindo em meios urbanos e recintos escolares; ii) permitem a fácil observação e contacto próximo com numerosas espécies de fauna e flora, muitas delas com adaptações e curiosidades biológicas muito singulares; e iii) possibilitam a realização de numerosas atividades pedagógicas, enquadradas nos programas educativos de diversas disciplinas.

A exploração pedagógica destes *habitats* permite contemplar uma vertente informativa geral sobre os charcos, a sua importância e a imensa diversidade biológica, contribuindo para reverter o carácter negativo muitas vezes associado a estes *habitats* e algumas das espécies associadas, como os anfíbios. As diversas atividades possíveis nestes *habitats* permitem também a professores de todos os níveis de ensino a sua utilização como modelos práticos e uma base pedagógica no contexto letivo, através de planos de aula e atividades adaptadas para exploração dos conteúdos programáticos previstos para diversas disciplinas tanto em sala de aula como no campo. Os charcos apresentam ainda uma forte vertente lúdico-pedagógica com diversas atividades e jogos de exploração didática desenvolvidos para alunos e população em geral, para que possam aprender de forma prática e divertida a importância destes *habitats* e da sua biodiversidade. A construção de charcos é uma excelente atividade de fortalecimento do espírito de equipa (*team building*), exercício físico ao ar livre e ligação emocional dos participantes com estes *habitats*. A facilidade de acesso aos charcos, bem como de observação de diferentes formas de vida, permite promover o contacto próximo com a vida selvagem e explorar de forma lúdica a diversidade de seres vivos existentes nestes *habitats* e a importância da sua conservação. Algumas atividades emblemáticas que se podem desenvolver nestes *habitats* incluem a identificação de diferentes grupos de flora e fauna e a monitorização da sua evolução ecológica, bem como a observação da vida microscópica e seguimento de diferentes ciclos de vida. Estas atividades permitem a criação de dinâmicas de aprendizagens e troca de experiências e conhecimento entre alunos e professores, bem como do público em geral. A utilização em laboratório de amostras recolhidas no charco permite por exemplo avaliar a qualidade da água, os seus parâmetros físico-químicos e desenvolver experiências laboratoriais de carácter prático sobre o impacto de poluentes sobre o zooplâncton e sementes de plantas, de forma a desenvolver o espírito científico dos alunos e outras pessoas interessadas. Estes *habitats* são também bons modelos para a realização de estudos de ciência-cidadã ou investigação científica, por exemplo de localização e inventariação dos charcos a nível nacional, de forma a contribuir para o aumento do conhecimento destes *habitats* e da sua biodiversidade. Por fim, os charcos englobam uma importante vertente de conservação, através de ações práticas de proteção, manutenção ou melhoramento dos charcos, que podem ser dinamizadas ou envolver técnicos municipais, investigadores, associações não governamentais, centros de educação ambiental, escolas, proprietários, comunidade local e voluntários.

O projeto *Charcos com Vida* surge com o objetivo de contribuir para o conhecimento da biodiversidade e importância dos charcos, bem como sensibilizar e mobilizar a comunidade escolar e a sociedade para a exploração pedagógica e preservação destes *habitats* (FIGURA 2).

Este projeto é direcionado para todas as escolas nacionais do ensino básico e secundário, organizações não governamentais, câmaras municipais, particulares, entre outros, que poderão adotar um charco natural já existente ou construir um charco nas suas instalações ou simplesmente desenvolver atividades de exploração pedagógica nestes *habitats*. Adicionalmente,

a monitorização de charcos permite a produção de conhecimento, através dos resultados de todas as atividades realizadas, gerando informação importante que pode ser compilada numa base de dados nacional, e posteriormente analisada e divulgada para a comunidade escolar, científica e público em geral.



FIGURA 2. Cartaz e logotipo oficial do projeto Charcos com Vida. Representação de um charco natural e respetiva biodiversidade. (Ilustração: Marcos Oliveira e Design: Maria Inês Cruz)

Dadas as crescentes ameaças a estes *habitats*, utilizar os charcos como ferramenta pedagógica constitui uma importante forma de sensibilizar a população para a importância destas zonas húmidas, bem como contribuir para a conservação destes ecossistemas e da sua biodiversidade. Além disso, a inventariação periódica dos charcos permite ajudar a compreender e monitorizar a evolução temporal do seu estado e criar aprendizagens essenciais que promovem a aproximação da população destes *habitats* aquáticos e da sua biodiversidade, fomentando a sua proteção e conservação.

O deserto veio à cidade.

Maria João Costa*, Sofia Capelo*, Daniele Bortoli*, Pedro Salgueiro‡

*ICT/U. Évora | †CHRC/U. Évora

As poeiras provenientes do deserto (Norte de África) assolam com alguma frequência o território português e constituem um dos eventos naturais com maior predominância. A observação deste evento traduz-se pela poeira que se deposita nas superfícies (carros, casas, ruas) e, também, pelos efeitos que provoca na radiação solar. O registo fotográfico permite constatar o efeito ótico gerado, que é comprovado pela medição da matéria particulada durante estes eventos. Estas poeiras, transportadas de longas distâncias, contribuem para a degradação da qualidade do ar e têm implicações climáticas. No entanto, a sua deposição gera também um aumento de nutrientes essenciais.

Os aerossóis, também designados por matéria particulada, ou simplesmente partículas, são definidos como a matéria sólida ou líquida em suspensão no ar, com um diâmetro aerodinâmico entre 0,005 e 100 µm. Por serem partículas pequenas e leves, em suspensão na atmosfera, são facilmente transportadas a grandes distâncias. As poeiras de várias origens, incluindo as provenientes de desertos, são introduzidas na atmosfera por ação de turbulência junto à superfície, e constituem um tipo de aerossóis atmosféricos.

As poeiras emitidas pelo deserto do Saara são frequentemente transportadas para zonas distantes, seja para a Europa através de circulações de Sul, Sudoeste ou Sudeste, seja para o continente americano pelos ventos alísios atravessando o Oceano Atlântico tropical, atingindo a Amazónia e o Mar das Caraíbas. As poeiras transportadas na atmosfera degradam a qualidade do ar e interagem com a radiação e as nuvens, com implicações para o clima. Estes aerossóis dispersam e absorvem a radiação solar, aumentando o albedo planetário (reflexão de radiação solar pelo planeta) e provocando arrefecimento à superfície. Por outro lado, estas partículas podem servir como núcleos de condensação ou núcleos de gelo, induzindo alterações na formação e tempo de residência das nuvens na atmosfera. Por outro lado, as partículas que se depositam na terra e no oceano adicionam nutrientes essenciais que podem aumentar a produtividade dos ecossistemas terrestres e aquáticos e modular os ciclos biogeoquímicos e o clima. Estima-se que, anualmente, cerca de 28 milhões de toneladas de poeira deixam a costa do norte da África e são transportadas através do Oceano Atlântico, sendo depositadas no Oceano Atlântico tropical, Mar das Caraíbas e na Amazónia. A deposição de poeira adiciona ferro e fósforo ao Oceano Atlântico tropical e Mar das Caraíbas, onde a produtividade do ecossistema marinho depende da disponibilidade des-

ses nutrientes. O transporte transatlântico de poeiras fornece também anualmente cerca de 22 000 kg de fósforo para a Amazônia, que compensa a perda deste nutriente essencial para as plantas, por chuvas e inundações. Este processo sugere um papel importante da poeira do Saara na manutenção da produtividade da Amazônia em escalas de tempo de décadas ou até de séculos.

O efeito das poeiras do deserto é visível a olho nu, como a cor e opacidade conferidas ao céu, a deposição em superfícies, a “chuva de lama” e as auroras, e ocasos particularmente coloridos. Estes efeitos devem-se à interação destas partículas com a radiação solar (FIGURA 1). A explicação deste fenómeno resume-se, de forma simplificada, pela dispersão desigual da radiação solar causada por estas partículas. A radiação solar é constituída por cores (violeta, índigo, azul, verde, amarelo, laranja, vermelho) com comprimentos de onda entre 390 nm e 770 nm, respetivamente. No final da tarde, a luz azul da radiação solar é preferencialmente dispersa nas camadas mais altas da atmosfera, deixando os tons laranja e vermelhos visíveis nas camadas mais baixas da atmosfera, ou seja, na zona mais baixa do horizonte (FIGURA 1). A perda de pequenos comprimentos de onda por dispersão, como é o caso da luz azul, conduz ao efeito apresentado pela fotografia na FIGURA 1, obtida ao fim da tarde. Nas auroras, o efeito é semelhante, prevalecendo os tons alaranjados nas camadas mais baixas da atmosfera.

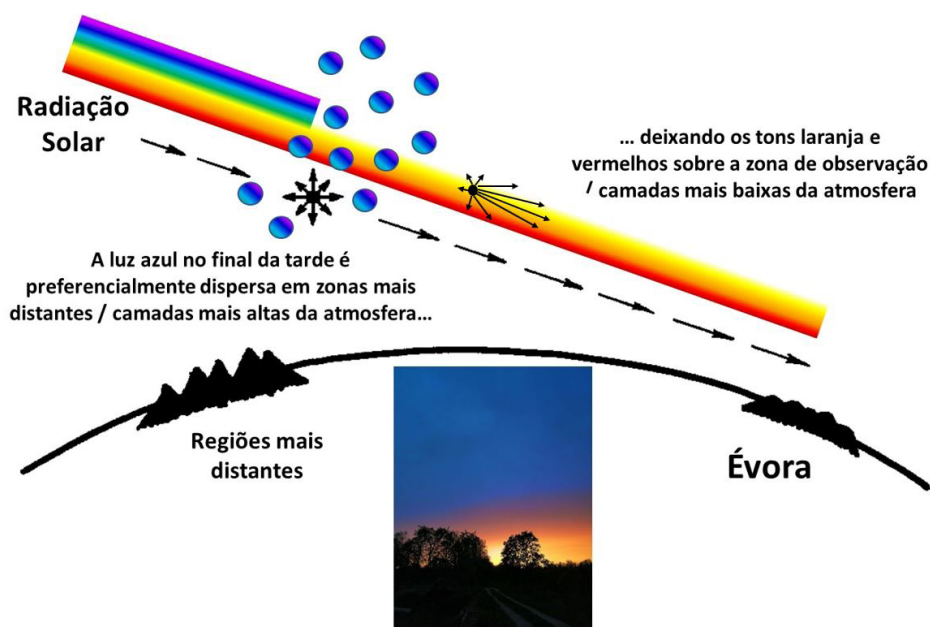


FIGURA 1. Representação do fenómeno decorrente da interação das poeiras, provenientes do deserto do Saara, com a radiação solar. É incluída uma fotografia tirada na cidade de Évora, a 17 de março de 2022, e que mostra o efeito colorido ao fim da tarde. (Foto: Luís Rato).

As poeiras do deserto contribuem também para a degradação da qualidade do ar, provocando por vezes excedências dos valores admissíveis pela legislação nacional e europeia. Tendo em conta a proteção da saúde humana, a Diretiva Europeia para a qualidade do ar define um valor limite médio diário de partículas em suspensão do tipo PM_{10} (*Particulate Matter (PM)* $< 10 \mu m$) de 50 microgramas por metro cúbico ($\mu g/m^3$), e esse valor não pode ser excedido mais do que 35 vezes por ano civil. Quando esse valor é ultrapassado pode acarretar alguns riscos para a saúde pública, devendo nesses casos a população proteger-se seguindo as indicações das autoridades.

Anualmente diversos eventos naturais ocorrem no território português e são analisados pela *Agência Portuguesa do Ambiente*, no entanto o ocorrido entre 15 e 17 de março de 2022, foi particularmente intenso, com a deteção de concentrações de partículas cerca de oito vezes superior ao valor limite recomendado para a proteção da saúde humana, sendo também excedido em dois dias durante este período. A Península Ibérica, assim como a Europa Central foram afetadas pelo transporte de poeiras do deserto originárias do Norte de África. E apesar de ser um fenómeno relativamente frequente nesta altura do ano, esta intrusão foi a mais intensa desde que há registos na rede europeia EARLINET–ACTRIS. O transporte de partículas do deserto do Saara foi monitorizado no *Laboratório de Deteção Remota* (EaRSLab) e no *Instituto de Ciências da Terra* (ICT), da Universidade de Évora (FIGURA 2). Ainda durante o mês de março, alguns dias depois, novos transportes de aerossóis do deserto com menor intensidade afetaram de novo a Península Ibérica.

A pluma de poeiras do deserto mais intensa foi transportada a baixa altitude (FIGURA 2), tendo sido detetada à superfície, em Évora, na manhã do dia 15 de março, persistindo sobre a cidade até ao final da manhã de 17 de março. O índice de qualidade do ar classificou-se durante este período como mau, o nível de poluição mais gravoso. A evolução da pluma de poeiras foi monitorizada pela animação de composições de imagem RGB do *Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager* (SEVIRI) a bordo do satélite *Meteosat*, adaptado para monitorizar a evolução das tempestades de poeira sobre os desertos durante o dia e a noite. Na FIGURA 2 apresenta-se apenas uma imagem RGB que representa a chegada das poeiras ao território nacional e à Europa. As diferentes cores permitem discriminar não apenas o transporte de poeira do deserto, mas também nuvens de baixo, médio e alto nível. O sistema de cores RGB, que é a abreviatura de três cores, vermelho (*Red*), verde (*Green*), e azul (*Blue*), combina estas cores para reproduzir um largo espectro cromático.

Por outro lado, foi possível acompanhar a evolução da concentração da matéria particulada, com diferentes diâmetros aerodinâmicos (PM_1 , $PM_{2.5}$ e PM_{10}), entre 15 e 17 de março, na cidade de Évora (FIGURA 3). O comportamento das curvas é similar para todos os diâmetros de matéria particulada, registando-se um máximo de concentração no final da tarde do dia 15 de março (3.ª feira), pelas 19:37 horas. O máximo atingido foi de $854 \mu g/m^3$ de PM_{10} , com um valor médio de $424 \mu g/m^3$ em 24 horas. Os maiores diâmetros de matéria particulada predominam, com

a maior contribuição de PM_{10} seguida de $PM_{2.5}$, e bastante menor de PM_1 . Esta distribuição é a esperada, uma vez que as poeiras do deserto apresentam em geral partículas de dimensões maiores comparativamente por exemplo com aerossóis provenientes de emissões antropogênicas ou de incêndios.

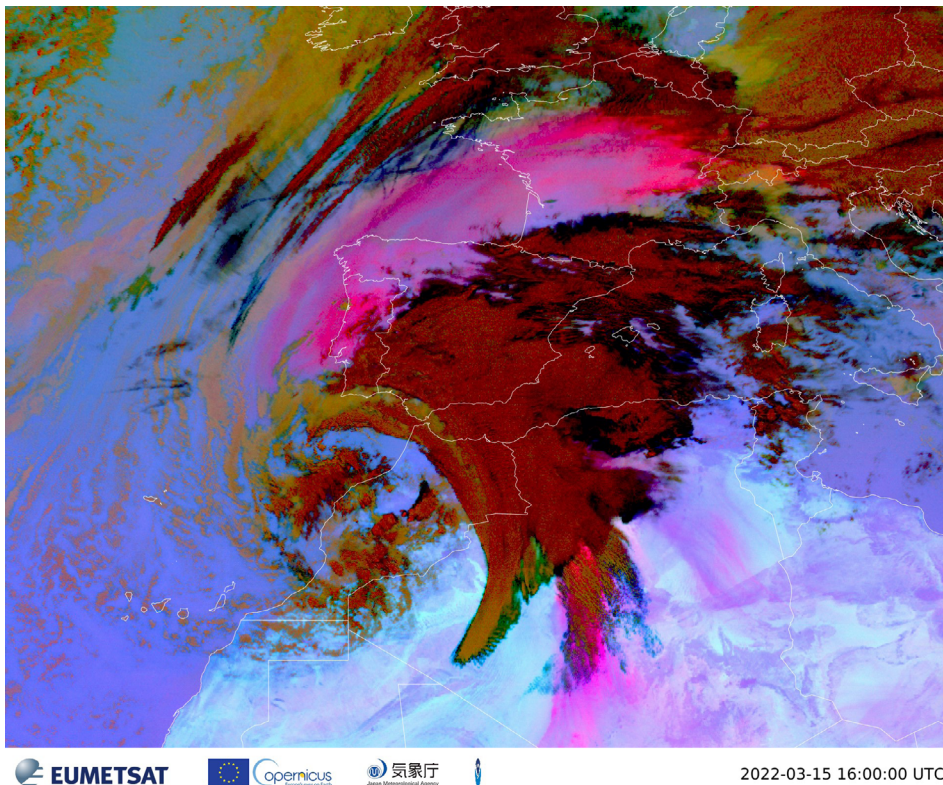


FIGURA 2. Composição de imagens do satélite MeteorSat que representa a chegada das poeiras ao território nacional e à Europa (transporte de poeira do deserto— magenta, nuvens de baixo nível (atmosfera fria)— amarelo-esverdeado, nuvens de baixo nível (atmosfera quente)— roxo, nuvens grossas de nível médio— acastanhadas, nuvens finas de nível médio— esverdeado escuro, nuvens de gelo espessas— avermelhadas escuras, nuvens de gelo finas— pretas).

Os aerossóis do deserto foram arrastados por ação de ventos de sul, em consequência da depressão Célia que afetou a Ilha da Madeira. Inicialmente, detetou-se o transporte em altitude das poeiras, a cerca de quatro quilómetros, mas as partículas acabaram por ir descendo gradualmente para junto da superfície terrestre. Assim, apesar da existência de nuvens altas, formou-se uma camada tão espessa de poeira que provocou a extinção da radiação solar, originando a observação do ar amarelado. Por outro lado, no final do dia, a interação das partículas com a radiação solar originou no horizonte cores em tons de laranja avermelhado (em baixo) e de azul (no alto), tal como referido anteriormente.

Breve guia de Paleontologia urbana.

Fósseis de rudistas.

Carlos Marques da Silva*, Sofia Pereira‡

*DG/FC/U. Lisboa | ‡CG/U. Coimbra

A geodiversidade urbana e os fósseis de rudistas.

O potencial educativo, de divulgação científica ou até, simplesmente, de fruição estética e lúdica da geodiversidade urbana é enorme. Os fósseis são elementos destacados da geodiversidade e, em contexto edificado, ocorrem integrados nos elementos de origem geológica que compõem a cidade, constituindo um recurso pedagógico riquíssimo, versátil e de fácil acesso. São cada vez mais numerosos os aficionados da observação de fósseis urbanos e mais diversificadas e cativantes as atividades pedagógicas e de divulgação que neles se baseiam. Já havia *birdwatching*, agora também temos *fossilwatching*, com a enorme vantagem de os fósseis serem bem menos esquivos!

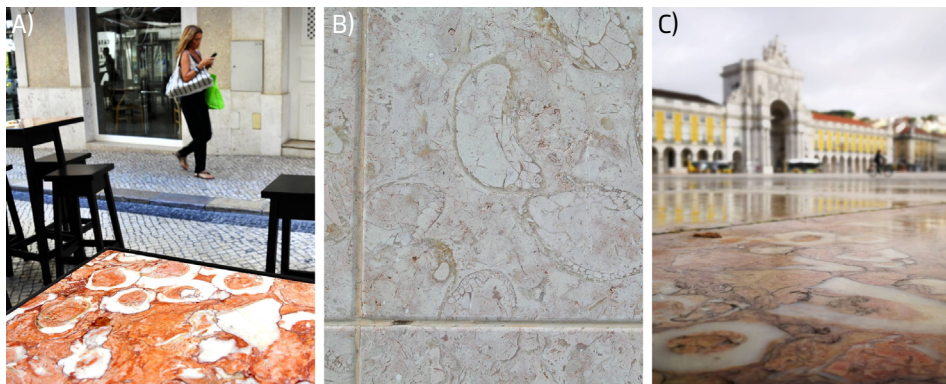


FIGURA 1. O calcário Liós e os rudistas na cidade. A) Fósseis de rudistas radiolíticos no tampo em Liós Abancado de uma mesa numa esplanada na Baixa de Lisboa. Repare-se, no canto da mesa, nos cerca de cinco exemplares agregados, cimentados uns aos outros (vistos em corte transversal das valvas fixas, vide FIGURA 13). B) Fósseis de rudistas caprinulídeos em cortes variados no revestimento em Liós na fachada do n.º 93 da Rua Capitão Leitão, na esquina com a Rua Mendo Gomes de Seabra, em Almada. C) O pavimento em Liós da Praça do Comércio, em Lisboa, exibindo abundantes fósseis de rudistas radiolíticos. Em todas as imagens, as secções maiores têm cerca de 10 cm de dimensão máxima.

Contudo, para que estes fósseis urbanos possam ser fruídos em pleno, é fundamental existir informação que permita identificá-los e enquadrá-los adequadamente. Com o presente traba-

Iho inicia-se uma série de breves guias de paleontologia urbana tendo como objetivo contribuir para esse aproveitamento, fornecendo informação concisa, clara e atualizada, que possa servir de base a atividades pedagógicas, de divulgação científica ou simplesmente de procura e observação descontraída dos inúmeros fósseis que ocorrem na cidade. A série inicia-se com, porventura, os fósseis mais comuns e mais óbvios em contextos urbanos nacionais, os somatofósseis de bivalves rudistas, em virtude da sua associação geológica à rocha ornamental de aparato por excelência no nosso país e não só, o calcário Liós (FIGURA 1).

Rudistas, o que são?

Os rudistas, nome pelo qual são comumente conhecidos os organismos da ordem Hippuritida, constituem um grupo biológico extinto que engloba alguns dos moluscos bivalves mais bem-sucedidos e mais extraordinários de sempre. O grupo surgiu no Jurássico Superior, no Oxfordiano médio (há cerca de 158 milhões de anos, Ma), diversificou-se e floresceu durante o Cretácico, extinguindo-se no final do Mesozoico (há cerca de 66 Ma). Os rudistas foram, tudo indica, vitimados pelo mesmo evento de extinção em massa do final do Cretácico que varreu da face da Terra os dinossáurios não-avianos em ambientes continentais e as amonites em ambientes marinhos, entre muitos outros grupos biológicos extraordinários.

Foi Lamarck (1744–1829), proeminente naturalista francês, que individualizou e batizou o grupo em 1819. O nome Rudista resulta do latim *rudis*, significando rude, em virtude do aspeto robusto e grosseiro da parede das conchas fossilizadas de muitos destes animais. Lamarck posicionou os rudistas no seio dos Conchifera, uma classe por ele definida que, para além dos organismos que hoje agrupamos nos bivalves, incluía também os braquiópodes. Ou seja, um grupo que reunia, em traços gerais, organismos possuidores de concha bivalve e desprovidos de cabeça. Seguindo esta lógica, na visão de Lamarck, os conchíferos constituíam uma entidade separada dos moluscos, do grupo que integrava os cefalópodes e os gastrópodes, por exemplo.

Contudo, para o sábio francês, a inclusão dos rudistas nos Conchifera não estava isenta de controvérsia. Para esta circunstância contribuiu o facto de, tal como definidos originalmente por Lamarck, “les Rudistes” serem um grupo heterogéneo. Isto é, para além de bivalves Hippuritida, tal como os entendemos hoje (e.g., géneros *Sphaerulites* e *Radiolites*), Lamarck incluiu nos seus rudistas géneros que atualmente são integrados nos braquiópodes (*Discina*, *Crania*) e até nos corais (*Calceola*).

A dificuldade inicial em classificar adequadamente este grupo biológico, i.e., em posicioná-lo no seio da biodiversidade, resultava do facto de apenas ser conhecido do registo fóssil. Lamarck desconhecia que tipo de charneira e de ligamento uniria as valvas destes animais, ou até se possuiriam estas estruturas. Além disso, a morfologia das conchas (i.e., das partes duras, biomineralizadas, do corpo do animal) era muito diferente da dos restantes organismos bivalves conhecidos. Um aspeto, contudo, estava claro para Lamarck desde o início: os rudistas

possuíam uma concha constituída por duas peças articuladas, por duas valvas, e isso— do seu ponto de vista— era suficiente para os incluir nos Conchifera.

Em tempos, os rudistas eram vistos como aberrantes, degenerescentes e votados ao fracasso, por serem extremamente distintos do que era familiar e por se terem extinguido no final do Mesozoico. Atualmente, pelo contrário, são considerados um grupo biológico inovador que experimentou uma diversificação notável, apresentando adaptações incomuns a ambientes particulares. Além disso, extinguir-se faz parte do processo evolutivo. Não é— nem nunca foi— reflexo de insucesso biológico. Afinal, existir durante cerca de 90 milhões de anos (Ma), como o fizeram os rudistas, é obra. A esmagadora maioria dos grupos de organismos que desde há (pelo menos) 3,5 mil milhões de anos existiram sobre a Terra já se extinguiu e os que atualmente subsistem, um dia, terão o mesmo destino.

Em que ambientes proliferavam?

Parafraseando livremente Louis Sullivan (1856–1924), o aclamado “pai dos arranha-céus” norte-americanos, em arquitetura, a forma é a materialização da função. Para Frank Lloyd Wright (1867–1959), autor do famoso edifício do Museu Guggenheim de Nova Iorque e ilustre discípulo de Sullivan, uma e outra estavam intimamente ligadas. Pois bem, no mundo biológico, presente e passado, também. Ou seja, a morfologia dos organismos é indissociável da maneira como eles funcionam e de como se relacionam com o meio físico em que vivem, *i.e.*, do seu modo de vida.

Por exemplo, os peixes têm barbatanas e nadam em ambientes aquáticos. As lagostas possuem apêndices locomotores articulados e deslocam-se autonomamente sobre o fundo marinho. Em suma, não há grupos biológicos desviantes, aberrantes ou degenerescentes. Há, isso sim, grupos que, por incluírem organismos que vivem (ou viveram) em condições fora do comum, apresentam formas e características que não nos são familiares, que são invulgares. Consequentemente, a existência de grupos biológicos apresentando características insólitas não denota afastamento de um padrão de perfeição biológico, mas sim diversidade de adaptações, maneiras diferentes de estar na vida. Essas características invulgares, nos rudistas ou em qualquer outro grupo biológico, não são defeito, são feitio. É esta linha de raciocínio que, juntamente com outras fontes de informação, nos permite entender como e em que ambientes os organismos do passado viviam, olhando para a sua morfologia preservada nos fósseis e interpretando-a em conformidade.

Assim, o que terá motivado a extraordinária morfologia destes bivalves mesozoicos? Em que ambientes ocorriam? De que modo se relacionavam com o meio em que viviam?

Os rudistas viviam em ambientes de plataforma carbonatada. Ou seja, habitavam em ambientes marinhos pouco profundos (preferencialmente, com cerca de 10 a 20 m de profundidade, não ultrapassando os 50 m), bordejando a costa, em condições de águas quentes, tropicais

a subtropicais, onde se depositavam predominantemente sedimentos carbonatados. A morfologia das plataformas carbonatadas é complexa, variando consideravelmente em função das condições em que se desenvolvem. A sua configuração é controlada quer por condicionantes geológicas, envolvendo a acumulação de maior ou menor quantidade de sedimento consoante as variações do nível do mar, quer ecológicas, relacionadas com a capacidade bioedificadora, geradora (ou não) de recifes, dos organismos que nelas habitam.

Ambientes de plataforma carbonatada, ainda que não exatamente iguais àqueles em que os rudistas habitavam, existem ainda hoje— por exemplo— em contexto tropical ao longo das costas da Flórida e nas Bahamas, no Oceano Atlântico, ou nas Maldivas, no Índico. Esses ambientes incluem, em termos muito gerais, uma laguna marinha de águas pouco profundas resguardada em maior ou menor grau da ondulação do mar aberto por uma bordadura bioedificada com expressão variável, podendo manifestar-se sob a forma de um recife (FIGURA 2A). Do lado exterior da bordadura estende-se uma vertente exposta ao oceano. Nas plataformas carbonatadas cretácicas em que os rudistas predominavam, edificando bancos de rudistas, a barreira bioedificada não era tão destacada, tão proeminente, podendo até estar ausente, daí resultando um ambiente marinho menos protegido da ondulação externa, *i.e.*, mais exposto à influência do oceano (FIGURA 2B)). Entre um e outro tipo de plataforma carbonatada acima descrito existiam gradações, consoante os organismos bioedificadores que lá viviam (rudistas, corais, etc.) e o modo como se associavam, gerando barreiras recifais mais destacadas (FIGURA 2A)) ou menos expressivas (FIGURA 2B)).

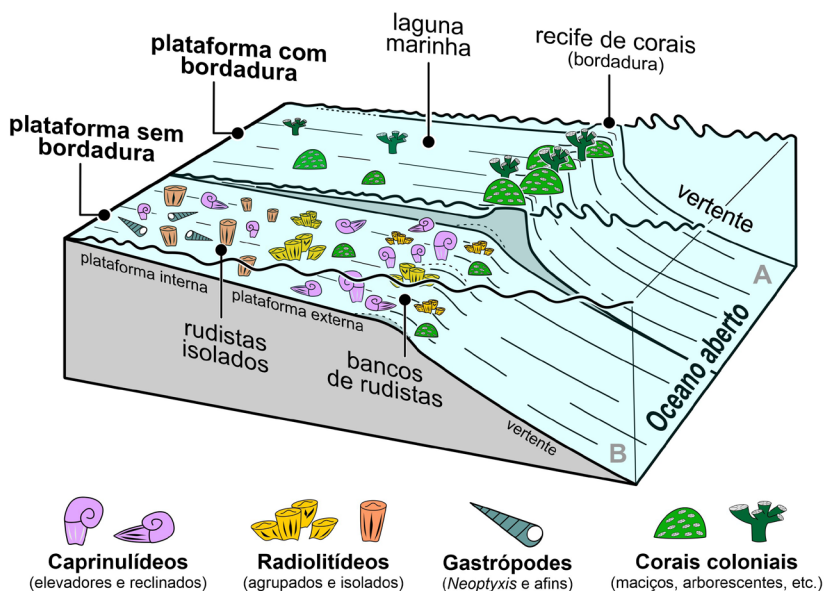


FIGURA 2. Principais perfis de plataformas carbonatadas de topo aplanado. (A) Plataforma com bordadura recifal expressiva. (B) Plataforma sem bordadura recifal. (Figura adaptada)

Desde há cerca de 66 Ma, durante o Cenozoico e na atualidade, os principais organismos bioedificadores de recifes são os corais hexacoraliários (ou escleractiniários). No passado, no Paleozoico (entre os 539 e os 252 Ma), antes do aparecimento destes corais, esse papel foi desempenhado por organismos de vários outros grupos biológicos. Por exemplo, por arqueociatos, estromatoporóides e por corais tabulados e tetracoraliários, também conhecidos como corais rugosos, todos eles desaparecidos durante ou no final do Paleozoico. No Mesozoico, no Triásico e no Jurássico, os corais hexacoraliários, surgidos no Triásico, também tiveram um papel importante na construção de recifes. No Cretácico, contudo, os bioconstrutores por excelência foram os rudistas, o único grupo de moluscos a produzir autonomamente bioedificações significativas em contexto marinho em toda a história da vida na Terra.



FIGURA 3. Distribuição dos rudistas durante o Albiano (Cretácico Inferior), há cerca de 113 a 100 Ma. Ib— Ibéria. (N) Ocorrência mais setentrional de rudistas. (S) Ocorrência mais meridional de rudistas. A azul-claro, mares pouco profundos; a cinzento, terra emersa. (Figura adaptada)

A partir de meados do Cretácico Inferior (Aptiano, 121 a 113 Ma) e, sobretudo, do Cenomaniano (Cretácico Superior, dos 100 aos 94 Ma) em diante, os rudistas proliferaram por toda a zona intertropical, dominando nos ecossistemas marinhos de plataforma carbonatada do antigo oceano Tétis, entretanto desaparecido, e do jovem Atlântico (FIGURA 3).

Todavia, as estruturas produzidas pelos rudistas eram distintas das geradas pelos corais. O seu relevo acima do fundo marinho era diferente, menos destacado. Consequentemente, a configuração das plataformas carbonatadas em que proliferavam não era igual à daquelas onde os corais predominam (FIGURAS 2A e B)).

Como viviam os rudistas?

Os rudistas eram organismos bentônicos, *i.e.*, viviam no fundo marinho. Na sua maioria, ancoravam-se ao substrato por uma das valvas (*i.e.*, eram organismos bentônicos sésseis ou fixos),

convencionalmente denominada valva fixa, sendo a outra valva a livre. Mesmo aqueles rudistas que, na fase adulta, apenas assentavam sobre o sedimento (epibentônicos livres), iniciavam o seu crescimento fixados a algum tipo de substrato duro, por exemplo, a um fragmento de concha, *i.e.*, a um bioclasto. Tal como a maioria dos bivalves, seriam organismos micrófagos suspensívoros: alimentavam-se de microrganismos microscópicos, sobretudo de fitoplâncton, e de diminutas partículas orgânicas existentes em suspensão na água.

Tendo em conta o modo como os rudistas se relacionavam com o ambiente físico em que viviam— com o tipo de fundo (substrato), a velocidade de acumulação de sedimento (taxa de sedimentação) e a agitação das águas (hidrodinamismo)— distinguem-se três tipos morfológicos principais, ou seja, três morfótipos ecológicos: elevadores, reclinados e aderentes (ou encrustantes).

Nos rudistas elevadores, como o nome indica, a espessa valva fixa crescia para cima, elevando-se— ainda que pouco— acima da superfície do substrato (FIGURA 4). A sua valva livre era mais fina, aplanada ou arqueada, opercular, *i.e.*, em forma de tampa. A estabilização do animal era conseguida pela ancoragem passiva da valva fixa no substrato móvel, como resultado da acumulação de sedimento à sua volta. Ou seja, estes animais viviam semienterrados no fundo. Frequentemente, os rudistas elevadores cimentavam-se uns aos outros, formando agregados de vários indivíduos, como se pode observar na FIGURA 1A)). Os aderentes fixavam-se a substrato duro cimentando-se (FIGURA 4), aderindo ao fundo marinho pela valva fixa que se apresentava frequentemente algo espiralada. A estabilização da concha era conseguida pela ligação desta valva ao substrato. A valva livre podia ser mais aplanada, opercular ou espiralada. Os rudistas reclinados assentavam livremente no fundo (FIGURA 4), não se fixavam nem eram escorados pelo sedimento fino carbonatado. A imobilidade da concha resultava da circunstância de esta assentar no fundo horizontalmente, com ambas as valvas em contacto com o sedimento, de modo a gerar uma ampla superfície de estabilização. As valvas podiam ser arqueadas ou, em alguns casos, apresentar uma valva menos arqueada, subretilínea, e a outra espiralada. A forma arqueada e espiralada das valvas estabilizava a concha do bivalve no fundo marinho, impedindo que fosse facilmente virada pela agitação das águas.

Os rudistas elevadores, no contexto de plataforma carbonatada onde estes bivalves proliferavam, estavam mais frequentemente associados a ambientes de substrato móvel com taxa de sedimentação mais elevada e hidrodinamismo moderado a baixo. Os reclinados eram os mais bem-adaptados para ocupar substratos móveis em fundos com hidrodinamismo mais elevado e sedimentação baixa a nula. Por seu turno, os rudistas aderentes ocorriam mais frequentemente em ambientes com substrato mais estável a duro (bioclástico, *i.e.*, com fragmentos de conchas, por exemplo) onde a sedimentação era baixa a nula e o hidrodinamismo baixo a moderado.

Estes morfótipos, contudo, não eram rígidos. Do mesmo modo que as condições ambientais eram variadas, também as adaptações dos organismos a elas eram diversificadas. Ocorriam termos intermédios entre os morfótipos básicos apresentados na FIGURA 4. Em alguns casos,

os organismos de uma dada espécie podiam enquadrar-se em diferentes morfótipos ao longo do seu crescimento. Além disso, alguns rudistas seriam bastante adaptáveis às circunstâncias podendo, por exemplo, desenvolver-se facultativamente como reclinados ou como elevadores, consoante as condições ambientais. Seria o caso de rudistas caprinulídeos como *Caprinula*, tão bem representados no Liós, ou Lioz (FIGURA 1B)).

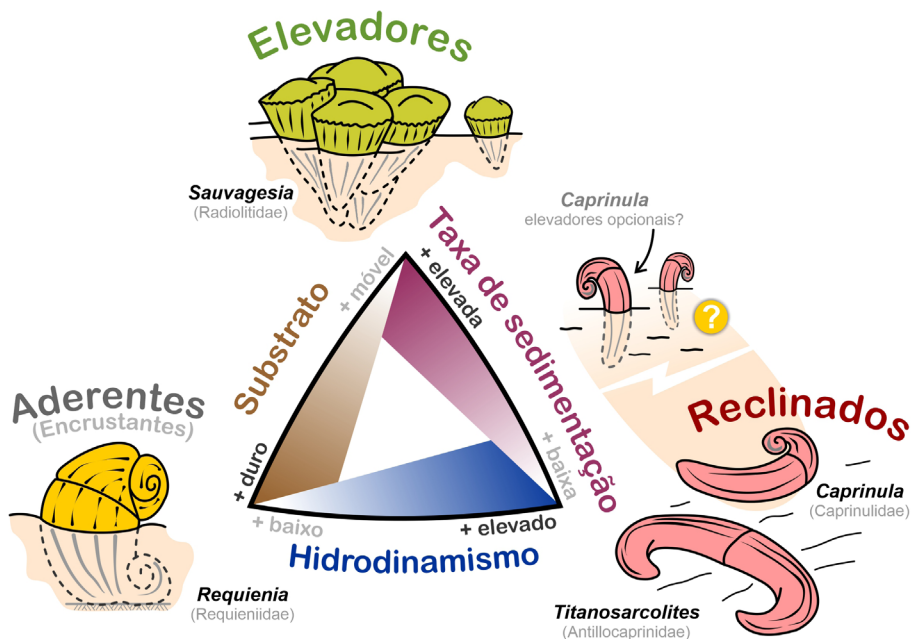


FIGURA 4. Principais morfótipos ecológicos de rudistas e sua relação com as condicionantes do ambiente físico: substrato, taxa de sedimentação e agitação das águas ou hidrodinamismo. (Figura adaptada)

Recifes de rudistas ou bancos de rudistas?

Muitos organismos marinhos— tanto autotróficos como heterotróficos— são bioconstrutores ou bioedificadores. São organismos com esqueletos biomineralizados calcários, internos ou externos, que por via da sua capacidade de fixação ao substrato e/ou de agregação entre si geram estruturas diversificadas, com maior ou menor extensão e com relevo variável acima do substrato, i.e., acima do fundo marinho. Podem fazê-lo isoladamente ou em associação com organismos bioedificadores de outros grupos biológicos. Em determinadas circunstâncias, a estas bioedificações dá-se o nome de recifes.

Na linguagem quotidiana, um recife é um escolho ou um conjunto de rochedos submarinos localizados à flor da superfície do mar. Em contexto biológico e paleontológico, recife significa algo diferente. Assim, um recife é uma bioedificação combinando dois elementos fundamentais: primeiro, uma estrutura biogénica robusta, resistente que, segundo, se destaca claramente acima do fundo marinho, constituindo um relevo. Este tipo de construção está bem exemplificado, por exemplo, nos atuais recifes de corais tropicais.

Entre os rudistas, tal como nos bivalves que conhecemos da atualidade, havia organismos que viviam isolados, enquanto outros— de outras espécies— se agrupavam em grande número, por vezes aderidos entre si, formando extensas estruturas bioedificadas. Contudo, as bioconstruções de rudistas apresentavam-se, geralmente, mais dispersas, menos densas, que as dos corais recifais e, sobretudo, não se destacavam expressivamente acima do fundo, não originando relevos ou barreiras significativas.

O facto de os corais, para além de crescimento solitário, poderem apresentar crescimento colonial, *i.e.*, de incluírem organismos clonais constituídos por vários indivíduos ligados fisicamente e funcionando integralmente como um todo, torna-os particularmente adequados à construção de recifes. Organismos de outros grupos com capacidade recifal, *e.g.* (por exemplo), os arqueociatos, estromatoporóides e os corais tabulados também apresentavam crescimento colonial. Além disso, na atualidade, os corais bioconstrutores (e por isso também denominados corais hermatípicos) possuem endossimbiontes fotossintéticos, *i.e.*, possuem no seio dos seus tecidos moles organismos unicelulares capazes de realizar a fotossíntese. Estes organismos fotossintéticos pertencem ao grupo dos dinoflagelados e denominam-se coloquialmente zooxantelas. A sua associação aos corais recifais potencia a produção de esqueleto carbonatado dos corais, permitindo que as bioedificações por eles geradas se desenvolvam significativamente e se destaquem claramente acima do fundo.

Relativamente aos rudistas, contudo, estudos recentes sugerem que— na esmagadora maioria dos casos— estes animais não possuíam zooxantelas, *i.e.*, que não seriam organismos fotossimbiontes. Segundo estes trabalhos, somente algumas espécies de rudistas (de radiolítídeos e de hipurítídeos) apresentavam conchas com aspetos morfológicos consentâneos com a exposição do bordo do manto, parte do corpo mole do bivalve, à luz solar, podendo ser interpretados como possíveis evidências— ainda que indiretas— da presença de organismos endobiontes fotossintéticos. Além disso, os rudistas, sendo bivalves, eram organismos solitários. Num organismo solitário— *e.g.*, nos seres humanos— cada ser vivo corresponde a apenas um indivíduo capaz de funcionar autonomamente. Este tipo de crescimento solitário, aclonal, dos rudistas torna-os mais vocacionados para a ocupação oportunista do ambiente por um grande número de indivíduos da mesma espécie ou de poucas espécies. Estes bivalves tiravam partido das circunstâncias ecológicas disponíveis, mais propícias para eles que para os restantes grupos biológicos, de modo mais rápido e eficaz. Ou seja, aproveitavam as oportunidades (ecológicas) existentes, daí serem oportunistas. É o que se passa na atualidade com as ostras, um outro tipo de bivalves gregários. Elas ocupam fundos estuarinos com grande número de indivíduos, cobrindo áreas extensas, por vezes cimentando-se umas às outras, mas não se destacando significativamente acima do substrato. As ostras geram bancos de ostras, não edificam recifes.

Do espaço ao solo.

Deteção remota via satélite na gestão e monitorização do planeta.

Vítor Hugo Neves*, **Giorgio Pace[‡]**, **Sara Antunes^{*,#}**, **Jesus Delegido[§]**

*ICBAS | [‡]DB/ U. Minho | CBMA | [†]DB/ FC/ U. Porto | [#]CIIMAR | [§]DEPT/ IPL/ U. Valencia

Atualmente estamos perante um desafio de mudanças climáticas significativas e preocupantes. Essas mudanças têm conduzido o planeta a uma série de efeitos ambientais, onde cidades costeiras sofrem com enchentes e inundações, enquanto outras regiões enfrentam secas severas e prolongadas. É assim importante tomar decisões e aplicar medidas para combater os efeitos que as atividades humanas têm promovido e agravado. Neste cenário, a informação e conhecimento científico tornam-se as ferramentas mais valiosas para que políticos, governos e cientistas possam agir o mais rapidamente e corretamente possível. Nesse contexto, a deteção remota (DR) via satélite ganha estatuto de instrumento essencial, devido à capacidade para monitorizar as mudanças climáticas e os seus efeitos em todo o mundo numa escala real. Por meio da captura de imagens de satélite, é possível obter informações precisas e quase em tempo real sobre os mais diversos parâmetros ambientais.

Satélites e a observação da terra.

A grande parte dos satélites que orbitam a Terra são usados para três finalidades: comunicação, navegação e observação da Terra. Como o nome indica, os satélites de comunicação são usados para transmitir informações de um ponto do planeta para outro, com a vantagem de conseguirem aceder a zonas mais remotas. Por sua vez, os satélites de navegação compõem sistemas, como o famoso *Global Positioning System* (GPS), que nos permitem saber sempre onde estamos localizados na Terra. E por fim, os satélites de observação da Terra que, atualmente, são ferramentas rotineiras e essenciais para apoiar a proteção do ambiente a nível global.

Por definição, Deteção Remota (DR) consiste na identificação de características da superfície terrestre e na estimativa das suas propriedades geo-biofísicas, utilizando a radiação eletromagnética como meio de interação. Por outras palavras, permite recolher dados à distância, da superfície da Terra, da atmosfera, da hidrosfera e de outros elementos posicionados na Terra. Para tal, são usados instrumentos instalados a bordo de satélites, aviões ou outros veículos (FIGURA 1) que usam sensores para captar a luz refletida pela Terra e os seus elementos. Posteriormente, esses dados são processados e analisados sob a forma de imagens.

O uso de satélites para a observação da Terra apresenta inúmeras vantagens comparativamente a outros métodos de DR, por exemplo o drone, mas sobretudo comparando com métodos convencionais de recolha de amostras e monitorização. Dentre as vantagens, destacam-se:

- Cobertura global e sinóptica: capacidade de observar qualquer zona do nosso planeta, através de uma visão geral e sumarizada.
- Possibilidade de observações repetidas: capacidade de observar a mesma área repetidamente, permitindo avaliar mudanças temporais.
- Possibilidade de observações multi-escala: capacidade de observar a diferentes escalas (desde local a global).
- Observação na zona não-visível do espectro: capacidade de observar e registar informação na zona do infravermelho e/ou ultravioleta.
- Transmissão imediata dos dados adquiridos: os dados recolhidos podem ser transmitidos imediatamente para posterior análise, permitindo uma resposta mais rápida a eventos ou mudanças observadas.

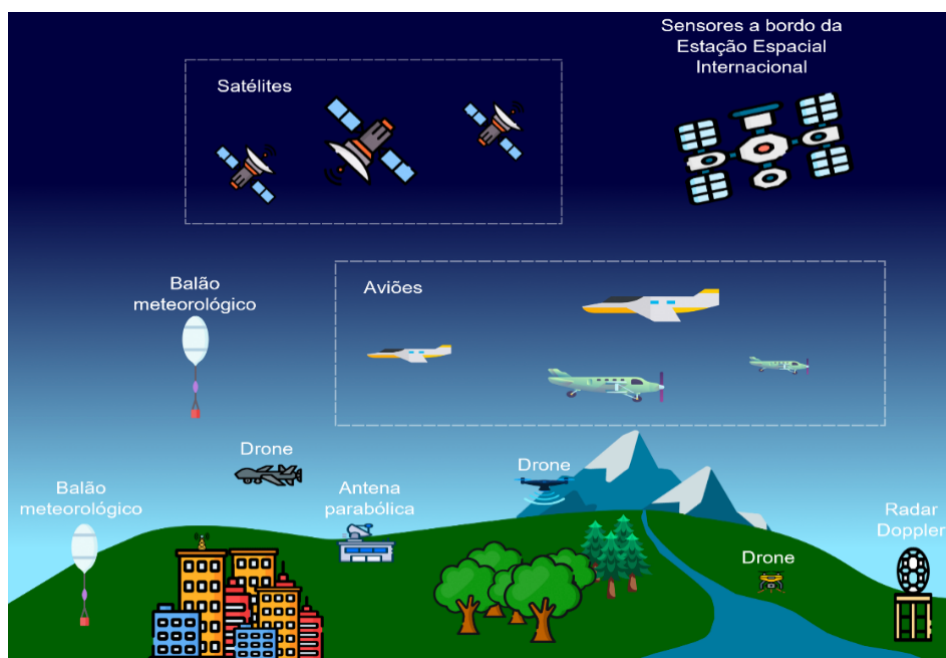


FIGURA 1. Instrumentos utilizados para detecção remota espacial, aérea e baseada no solo.

Programas e missões espaciais.

Os satélites de observação da Terra têm sido lançados por várias nações e organizações ao longo dos anos, com objetivos específicos de ajudar a conhecer a superfície da Terra. Desde o lançamento do primeiro satélite, o Sputnik 1, em 1957, as missões espaciais tornaram-se uma componente essencial da exploração e observação do nosso planeta. No ano de 1972, iniciaram-se as missões *Landsat*, pertencentes ao programa com o mesmo nome, gerido pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e pela *United States Geological Survey* (USGS), agências dos Estados Unidos da América. O primeiro satélite, *Landsat-1*, inicialmente

denominado *Earth Resources Technology Satellite (ERTS-1)*, tinha como função principal observar a Terra. O *Landsat-1* tornou-se pioneiro no uso de plataformas espaciais para a aquisição sistemática de imagens da superfície terrestre. Esta missão é considerada um marco científico, pois revelou a importância de possuir informações de imagens para monitorizar processos biosféricos, e demonstrou o seu valor na gestão ambiental ao acompanhar alterações sazonais e inter-anuais das condições de uso do solo, a nível global. Estas ferramentas também permitem realizar análises de tendências em larga escala, ajudando a compreender efeitos de alterações climáticas e de atividades antrópicas na biosfera, uma vez que as primeiras observações de *Landsat* datam de 1972. O avanço tecnológico é visível atualmente através do *Landsat-9* (lançado a 27 de setembro de 2021) que possui uma resolução espacial de 30 metros, o que significa que pode fornecer imagens detalhadas da superfície terrestre, como estradas, rios, campos agrícolas e florestas.

Paralelamente ao *Landsat*, na Europa existe a *European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT)*, organização intergovernamental dedicada à operação de satélites meteorológicos que monitorizam o clima e o ambiente, em toda a Europa. As missões mais conhecidas da EUMETSAT pertencem à série *Meteosat*, com o primeiro satélite (*Meteosat-1*) lançado em 1977. Os satélites *Meteosat* captam imagens de alta resolução da Terra a cada 15 minutos, permitindo aos meteorologistas monitorizar tempestades, furacões, ondas de calor e outros fenómenos meteorológicos extremos, em toda a Europa e África. *Copernicus* é um outro programa da *European Space Agency (ESA)* que inclui diversas missões, como as *Sentinel*, que utilizam tecnologias como radares e imagens multiespectrais para monitorizar a superfície terrestre, oceano e atmosfera. O objetivo principal deste programa é substituir missões de observação da Terra mais antigas e assegurar a continuidade dos dados de satélite, abrangendo as áreas de estudo da Atmosfera, Oceano e Terra. O *Sentinel-1* é um radar que monitoriza a terra e oceano durante 24 horas por dia. Já o *Sentinel-2* é um dos destaques atuais com uma resolução espacial de 10 metros, sendo utilizado para monitorizar a vegetação, o solo e áreas costeiras, bem como para avaliar a qualidade da água em águas interiores. Os diversos satélites *Sentinel-3* centram-se na observação marinha, com ênfase no estudo da topografia da superfície da água, cor e temperatura do oceano. As missões *Sentinel-4*, *-5* e *-5P* monitorizam a qualidade do ar, e a missão *Sentinel-6* está focada na medição do nível médio das águas do mar.

We will rock you.

Um exemplo de execução fundamentada de saídas de campo em Geologia.

Rita Sousa*, **Betina Lopes*‡**, **Dorinda Rebelo***

*DEP/U. Aveiro | ‡CIDFF/U. Aveiro | †AEE

As atuais orientações para o ensino e aprendizagem das Ciências enquadram-se numa perspetiva de ensino focada na formação de cidadãos críticos, reflexivos e interventivos face aos desafios do quotidiano. Urge, assim, proporcionar aos alunos ferramentas e estratégias, que propiciem a edificação de aprendizagens ligadas à resolução das múltiplas situações problemáticas atuais e à luta por uma sociedade coesa, progressiva e inclusiva, numa perspetiva de educação científica para o desenvolvimento de comportamentos ecologicamente sustentáveis.

Sendo a Geologia uma área científica com um papel preponderante na sociedade, urge mostrar o seu valor aos alunos, as gerações vindouras. Um dos fatores que pode contribuir para a renovação dos métodos e estratégias utilizados no ensino da Geologia é a utilização de metodologias alternativas em ambientes de aprendizagem diversificados, numa perspetiva holística e integradora.

Pretende-se com o caso de estudo apresentado, descrever o processo que enquadra as saídas de campo enquanto atividades em ambientes exteriores à sala de aula. Evitando experiências descontextualizadas conceptualmente, dá-se prioridade ao objetivo principal de desenvolver, trabalhar ou criar atitudes, procedimentos e conceitos geológicos básicos, essenciais para a compreensão e interpretação do meio natural.

Para que as saídas de campo possam permitir alcançar os objetivos educacionais propostos e se coadunarem com as atuais premissas para a Educação em Ciências, é determinante a complementaridade dos diferentes ambientes de aprendizagem na articulação de atividades realizadas no exterior (durante a saída propriamente dita) e no interior da sala de aula (antes e após a saída de campo). Tudo isto é fundamental para que as saídas de campo não assumam um carácter excursionista, mas que sejam orientadas em termos de processo e não de produto, estando sempre implícita uma interação permanente entre o aluno e o meio, e atribuindo aos alunos um papel ativo na edificação do conhecimento e do raciocínio geológico.

Nesta linha de pensamento, as saídas de campo, quando abordadas numa ótica de questionamento e de participação ativa dos alunos, constituem uma estratégia promissora e potenciadora de aprendizagens significativas, através da observação, recolha, interpretação e

discussão de dados, estabelecendo uma importante interligação entre o conhecimento científico geológico e as metodologias intrínsecas à Geologia e propiciando o desenvolvimento de aprendizagens transversais aos diferentes currículos disciplinares.

Caso de Estudo.

Serra da Freita.

Enquadrada nos domínios curriculares das Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia do 11.º ano (curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias), nas áreas de competências inscritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória e na Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania, foi desenvolvida uma sequência didática centrada numa saída de campo à Serra da Freita (Arouca, Aveiro, Portugal). Esta sequência foi planificada, implementada e avaliada no âmbito de um projeto de investigação de um curso de mestrado. Para uma leitura mais aprofundada recomenda-se a leitura do correspondente relatório de estágio.

Neste contexto, a sequência didática surgiu integrada no projeto interdisciplinar “A exploração do lítio em Portugal: controvérsias sociais e ambientais”, de uma turma de uma escola pública e assente nos Domínios de Autonomia Curricular (DAC). O projeto abrange diversas áreas do saber, nomeadamente, Biologia, Geologia, Física e Química.

A sequência didática foi planificada tendo em consideração três principais momentos de intervenção: pré-saída (TABELA 1); saída de campo (TABELA 2), e pós-saída (TABELA 3). Foi desenvolvida num contexto local de aprendizagem, a Serra da Freita, com vista à integração de uma saída de campo como parte integrante do currículo. Para tal, procurou-se atender aos pressupostos explanados no modelo de trabalho de campo formulado por Nir Orion.

Foram concebidos materiais didáticos diversificados, específicos para um contexto geológico local, que deram apoio às atividades a desenvolver antes, durante e após a saída de campo. Na conceção destes materiais, valorizaram-se os seguintes aspetos: estudo de situações-problema relevantes e atuais, atendendo à proximidade geográfica dos alunos; relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, numa perspetiva CTSA, explorando contextos reais e com significado para os alunos; promoção do trabalho colaborativo e utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) na pesquisa, organização e divulgação da informação e na criação de recursos digitais, pelos alunos.

Componente pré-saída.

A prefiguração calculada e cuidadosa da saída de campo assume um papel crucial para potenciar o trabalho a realizar, promover a capacidade de concentração e aprendizagem dos alunos no campo e reduzir ao máximo a sensação do *novelty space*, conceito relacionado com a consciencialização para o novo e com o grau de familiaridade ou de novidade do aluno relativamente ao meio a visitar.

TABELA 1. Articulação entre os objetivos específicos de aprendizagem e as atividades realizadas durante a pré-saída.

Momento da sequência didática	Objetivos específicos de aprendizagem	Atividades
Pré-saída Conhecer para compreender o passado e agir no presente.	<ul style="list-style-type: none"> Familiarizar-se com o local a visitar (Serra da Freita) e com as aprendizagens (conceptuais, procedimentais e atitudinais) que serão mobilizadas no campo. 	<ul style="list-style-type: none"> Exploração, interpretação e discussão do contexto geomorfológico da área de estudo— Serra da Freita. Interpretação da carta geológica da região. Exploração do itinerário da saída de campo, com recurso ao <i>Google Earth</i>. Apresentação e discussão da metodologia a adotar no campo.

Componente de prática de campo.

Objetivou-se que a saída de campo fosse uma atividade de carácter investigativo, procurando que os alunos fossem os protagonistas, participando ativamente na construção do conhecimento.

TABELA 2. Articulação entre os objetivos específicos de aprendizagem e as atividades realizadas durante a saída de campo.

Momento da sequência didática	Objetivos específicos de aprendizagem	Atividades
Saída de campo Compreender o passado para agir no presente.	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver atitudes de valorização e preservação do património geológico. Identificar rochas, minerais e estruturas geológicas no campo. Aplicar técnicas de observação, registo e recolha de dados no campo. 	<ul style="list-style-type: none"> Realização das atividades de campo (em grupos de trabalho colaborativo), propostas no guião de campo.

Na saída de campo realizada, existiram três paragens, e dentro das mesmas, diferentes estações:

- Paragem 1 – Mizarela, com três estações (P1/Estação 1 – Contacto litológico da Mizarela; P1/Estação 2 – Frecha da Mizarela e P1/Estação 3 – Aldeia da Mizarela).
- Paragem 2 – Castanheira com uma estação (P2/Estação 1 – Campo de dobras da Castanheira).
- Paragem 3 – Pedras Parideiras – Castanheira, com duas estações (P3/Estação 1 – Pedras Parideiras – Granito nodular da Castanheira e P3/Estação 2 – Casa das Pedras Parideiras – Centro de Interpretação).

A organização da sequência das paragens e correspondentes estações encontra-se associada a tópicos ou questões que surgiram da problematização inicial (que contextualiza a aprendizagem dos alunos), não precisando de obedecer a uma sequência pré-definida.

Nesta metodologia de organização das paragens, todos os alunos realizaram o conjunto de atividades proposto para as diferentes paragens (preconizado no guião de campo), em que a sequência de trabalho é definida pelo grupo de trabalho e pode diferir de um grupo para outro.

Comparação de ensaios de capacidade de troca catiónica em argilas.

Tiago Pinho, Slavka Andrejkovičová, Fernando Rocha

U. Aveiro

A Capacidade de Troca Catiónica (CTC) é uma das propriedades mais importantes das argilas e dos minerais argilosos. Esta determina várias propriedades físicas e químicas das argilas e minerais argilosos. Realizaram-se diversos ensaios de caracterização granulométrica (tamanho das partículas), mineralógica (Difração de Raios X— DRX, de agregados orientados e não orientados) e química (Fluorescência de Raios X— FRX). Para além destes ensaios, também foi calculada a CTC das amostras através do método de saturação da amostra com acetato de amónio e através do método trietilenotetramina de cobre (Cu-trien). O método Cu-trien foi o método de CTC que apresentou resultados mais adequados para a sua utilização.

A capacidade de troca catiónica (CTC) mede a quantidade de catiões, tais como o cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+) e sódio (Na^+), que um solo ou argila troca com uma solução através de forças eletrostáticas. Os catiões retidos electrostaticamente são facilmente trocados com os catiões de uma solução, sendo que um solo/argila com um valor elevado de CTC tem maior capacidade em manter quantidades adequadas de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ do que um solo/argila com um valor baixo de CTC.

Relativamente aos solos, a CTC é uma das propriedades mais importantes, uma vez que, influência a estabilidade estrutural do solo, a disponibilidade de nutrientes, o pH do solo e a reação do solo com os fertilizantes e outros corretivos.

No caso das argilas, a CTC é uma propriedade importante dos minerais argilosos, visto que os catiões trocáveis podem influenciar as propriedades físico-químicas e tecnológicas das argilas.

A CTC está diretamente relacionada com as propriedades de adsorção e absorção dos minerais argilosos e devido a estas propriedades, estes são utilizados na área da geomedicina, em tratamentos de saúde e na área da cosmética (corporal, facial e capilar). Uma elevada CTC permite compensar a falta de alguns elementos químicos vitais do organismo tais como: fós-

foro (P), sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg), ferro (Fe), cálcio (Ca), zinco (Zn), cobre (Cu), entre outros.

A CTC das argilas corresponde ao somatório da capacidade de troca dos seus minerais argilosos, podendo ser influenciada pela presença de matéria orgânica e a sua capacidade de fixar iões. Esta resulta de um desequilíbrio de cargas elétricas na estrutura cristalina dos minerais argilosos e pode influenciar as propriedades físico-químicas e tecnológicas das argilas. Este autor refere também que com a diminuição do tamanho médio das partículas, o valor da CTC aumenta e detetam-se outras espécies, como a esmectite, que influenciam significativamente o valor da CTC.

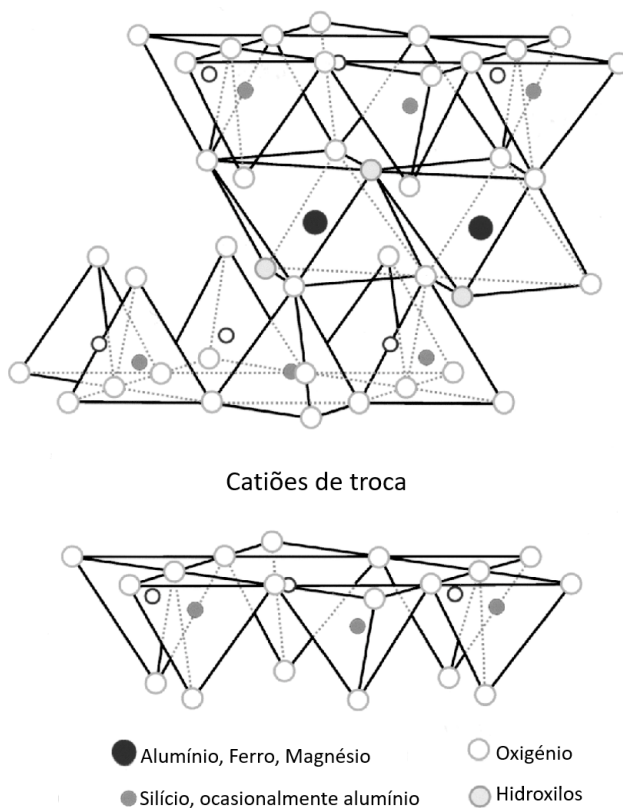


FIGURA 1. Estrutura de um mineral argiloso.

O valor da CTC pode ser expresso tanto em meq/100 g (miliequivalentes de carga por 100 g de amostra seca) como em cmolc/kg (centimoles de carga por quilograma de amostra seca).

De acordo com Grim e Güven, os minerais argilosos apresentam uma faixa usual de valores para a CTC, sendo os mesmos apresentados de seguida (TABELA 1).

TABELA 1. Valores de CTC, segundo Grim e Güven.

Mineral	CTC (meq/100 g)
Caulinite	3–15
Illite	10–40
Clorite	10–40
Alofana	35–50
Esmectite	60–150
Vermiculite	100–150
Sepiolite-Paligorsquite	20–30
Pirofilite	4
Talco	1

Existem vários estudos com o objetivo de determinar e analisar os valores de CTC a partir de diferentes abordagens.

Uma das abordagens mais comuns tem por base o uso de acetato de amónio para saturação da amostra. Este método envolve a saturação da amostra com iões de amónio (NH_4^+) que substituem os catiões trocáveis, sendo que, teoricamente, o número de iões NH_4^+ retidos pela amostra é o valor da CTC. Este método foi inicialmente desenvolvido por Schollenberger e Dreibelbis, Schollenberger e Simon e Peech de forma a medir o valor da CTC nos solos, tendo sido melhorado por Champman. Bain e Smith modificaram o método, de forma ao mesmo ser utilizado em argilas e não apenas em solos.

Outra abordagem tem por base o uso de soluções de metal com catiões orgânicos, tal como trietilenotetramina de cobre (Cu-trien), que foi pré saturada com calcite de forma a evitar a dissolução da calcite das amostras de bentonite. Este método apresenta resultados satisfatórios num pH moderado e quando não existem outros minerais solúveis. Quando as bentonites não apresentam calcite ou as argilas apresentam outros minerais solúveis, como dolomite, gesso e NaCl, este método não deve ser utilizado.

O método Cu-trien é baseado num só processo de troca, onde todos os catiões trocáveis nas inter-camadas das esmectites e nas pontas dos minerais de argila são substituídos pelo complexo Cu-trien ($[\text{Cu}(\text{trien})]^{2+}$), num pH entre 5–10.

Este método quantifica a concentração do complexo Cu^{2+} -trien, fortemente colorido, numa solução através de fotometria e a sua precisão é considerada aceitável quando a razão entre o sólido Cu-trien e o pH da solução é mantida constante.

Procedimento.

De forma a comparar os valores de CTC obtidos através dos dois métodos referidos anteriormente, foram utilizadas cinco amostras. Duas amostras sedimentares provenientes de um barreiro em Bustos (Bustos 1 e Bustos 2), uma amostra residual proveniente do maciço ígneo

de Benavila (Benavila) e duas amostras comerciais adquiridas à *The Clay Minerals Society* (2 amostras padrões de montmorilonite: STx-1b e SWy3).

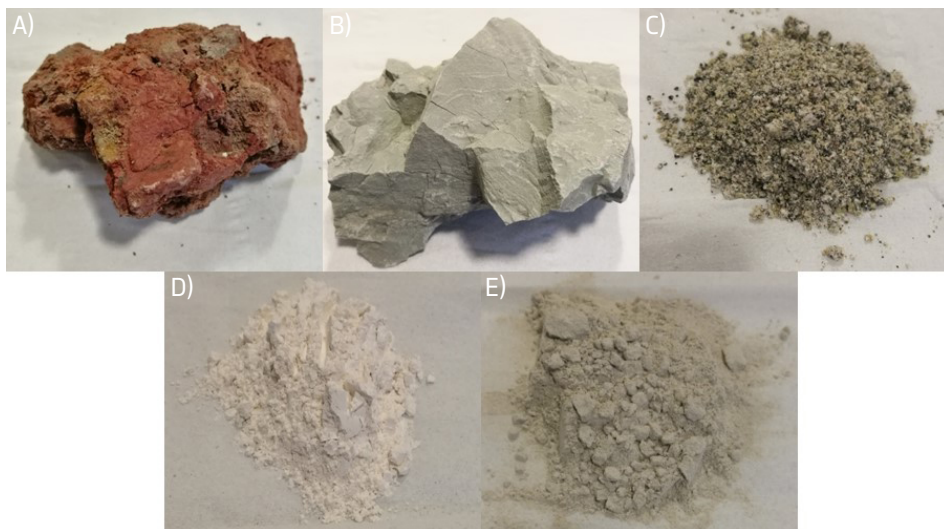


FIGURA 2. Amostras: A) Bustos 1. B) Bustos 2. C) Benavila. D) STx-1b. E) SWy-3.

Previamente ao cálculo dos valores de CTC, as amostras foram separadas granulometricamente por peneiração por via húmida, de forma a obter a fração fina (inferior a $63 \mu\text{m}$, $<63 \mu\text{m}$), e por sedimentação em meio húmido, segundo a lei de Stokes, de forma a obter a fração argilosa (fração inferior a $2 \mu\text{m}$, $<2 \mu\text{m}$).

A análise mineralógica das frações fina (agregados não orientados) e argilosa (agregados orientados) foi efetuada por difração de raios X (DRX), utilizando um difratómetro Philips/Panalytical do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, modelo X'Pert-Pro MPD, com radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda=1,5405 \text{ \AA}$), sendo o mesmo operado com 30 mA e 50 kV e com um passo de $0,02^\circ/\text{s}$. Nos agregados orientados, para além de ter sido realizada uma leitura da amostra natural, estes foram submetidos ao aquecimento a 500°C e a tratamento químico com recurso a glicerol. A análise qualitativa foi efetuada com recurso às tabelas e a análise semi-quantitativa foi realizada pelo método das áreas dos picos para obter proporções relativas dos minerais.

A composição química dos elementos maiores e menores das amostras foi determinada a partir da fluorescência de raio X (FRX), tendo sido utilizado um espectrómetro de fluorescência de raio X Panalytical do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, modelo Axios, equipado com uma ampola de radiação primária de Rh, juntamente com os programas Pro-Trace 2016 para elementos menores e Omian 37 para elementos maiores.

O método da saturação da amostra com acetato de amónio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) envolve a saturação de 10 g de amostra seca com 200 ml de acetato de amónio durante 24h. As concen-

trações dos cátions trocáveis (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) foram determinadas por espectrometria de massa ICP (Agilent 7700 ICP-MS) após a recolha de 100 ml da solução filtrada, sob extração a vácuo, utilizando papel de filtro Whatman n.º 542 ou 640d. O excesso de acetato de amónio foi lavado com etanol até ser completamente limpo por teste com o reagente de Nessler. Após a filtração, a amostra foi colocada num balão de destilação ao qual foram adicionados 200 ml de água destilada e 2 g de óxido de magnésio (MgO). Foram recolhidos 100 ml da solução destilada para um balão volumétrico com 50 ml de ácido bórico 4% (H_3BO_3) e um indicador bromocresol (0,1%) A determinação do valor de CTC foi concluído com a titulação de ácido clorídrico 0,1 N (HCl), sendo que o valor de HCl gasto corresponde ao valor de CTC. Este procedimento tem por base o descrito por Gomes.

O método Cu.trien envolve a preparação de uma solução Cu-trien com concentração 0,01M e a pesagem de 50 mg de cada amostra para um tubo de centrifugação de 50 ml. Aos tubos foram adicionados 5 ml da solução Cu-trien previamente preparada e 10 ml de água destilada, sendo os mesmos deixados a agitar por três horas. Posteriormente, os tubos foram colocados numa centrifugadora a 4500 rpm durante 10 minutos, sendo filtrados 10 ml da solução resultante. Foram também criadas cinco soluções padrões com concentrações conhecidas (0 M, 0,0025 M, 0,005 M, 0,0075 e 0,01 M). De forma analisar a absorbância das soluções no comprimento de onda (λ) 580 nm recorreu-se a um espectrofotómetro UV 1280 Shimatzu do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro. A partir dos valores de absorbância, foi feito um gráfico Absorbância vs Concentração de forma a obter a equação da reta, a partir da qual foi calculado o valor da concentração (mol/L) de uma amostra. A determinação do valor de CTC foi concluindo recorrendo à equação:

$$\frac{2 \cdot (0,01 \cdot 0,05 - \text{concentração} \cdot 0,15)}{\text{massa da amostra utilizada}} \cdot \frac{100}{0,001}$$

Este procedimento tem por base o procedimento descrito por Meier e Kahr com alterações de acordo com Steudel.

Os Herbários do Museu da Ciência da Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas (Porto).

Apresentação histórico-científica e propostas educativas.

Ana Bela Saraiva

Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas/ Porto

A Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas (escola sede do Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas), situada no centro histórico do Porto, localiza-se presentemente num edifício concluído em 1932–1933. Além da sua grande dimensão, o edifício está equipado com várias infraestruturas, incluindo um Museu da Ciência, semelhante aos que existem em outras escolas mais antigas da cidade e do país. A existência de um Museu de História Natural e/ou da Ciência foi uma das mudanças do paradigma da construção escolar das reformas educativas a partir do decreto lei de Passos Manuel do século XIX. O acervo do Museu da Ciência da Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas inclui atualmente cinco herbários (coleções botânicas de plantas, fungos, algas e líquenes desidratados), de elevado valor histórico-científico, criadas por botânicos ou coletores de interesse para a cidade e para a história da ciência em Portugal. Estes herbários servirão de mote para exploração neste artigo, e na escola, no presente ano letivo (2023/2024), em aprendizagens de diferentes disciplinas, desde o pré-escolar ao 12.º ano.

Enquadramento escolar.

A Escola Rodrigues de Freitas teve origem no decreto de 1836, de Passos Manuel, pela criação do Liceu Nacional do Porto que iniciou o seu funcionamento em 1840. Em 1906 passou a designar-se Liceu Nacional Central da 2.ª Zona Escolar do Porto e, por decreto de 9/09/1908, Liceu de D. Manuel II. Após a implantação da República Portuguesa em 1910, o liceu passou a chamar-se Liceu de Rodrigues de Freitas, homenageando o primeiro deputado republicano, natural da cidade do Porto, José Joaquim Rodrigues de Freitas (1840–1896).

O atual edifício, situado na Praça Pedro Nunes, entrou em funcionamento em 1932–33 e é da autoria do arquiteto José Marques da Silva (1869–1947). Nessa altura foi-lhe atribuída a designação original de “Liceu de D. Manuel II” (FIGURA 1). Após o 25 de Abril de 1974, perdeu

a designação de “Liceu” e voltou ao nome “Escola Secundária Rodrigues de Freitas”. Em 2007 iniciaram-se obras de modernização da Escola, concluídas em 2008, e a escola passou a ser a “Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas”.



FIGURA 1. Fachada principal da atual Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas. (O Museu situa-se no espaço delimitado na imagem pelo retângulo vermelho).

O Museu da Ciência.

Desde a sua origem, o Liceu Nacional possuía um Museu da Ciência com um acervo variadíssimo de peças científicas de elevado prestígio. Este acervo foi sendo aumentado e, durante a construção do edifício atual, foram adquiridas ainda mais peças, como consta da relação dos bens comprados em 1935, existente no arquivo deste Museu. A maioria dos objetos é proveniente de firmas europeias universalmente reconhecidas, tais como os *comptoirs* franceses Les Fils d'Emile Deyrolle e Maison Auzoux, a empresa prussiana e depois alemã R. Brendel & Co., a alemã Frommann & Morian e a checa Reuss & Frič, entre outras. O Museu administra e expõe uma importante coleção de objetos científicos (instrumentos, modelos, painéis pedagógicos, quadros parietais, herbários, coleções de animais taxidermizados e em formol, esqueletos completos, amostras de rochas, minerais e fósseis, coleções de ovos, conchas e preparações microscópicas, por exemplo), correspondentes essencialmente às áreas da Botânica, Zoologia, Física, Geologia, Astronomia e Geografia. Também possui peças relacionadas com os primórdios da fotografia e do cinema. O objetivo deste Museu foi sempre promover um conhecimento mais completo da diversidade do mundo natural e fornecer informações sobre a natureza e a história da ciência.

Antes das obras de requalificação mais recentes (2007/2008), o Museu, tal como todos os outros museus escolares da época, relacionava-se fundamentalmente com as necessidades operacionais dos materiais para o ensino. Até essa época, o Museu tinha uma disposição mais clássica, com armários expositores de madeira e alguns dos materiais permaneciam arrumados e com acesso difícil (FIGURA 2A)).

Após as obras, o Museu rege-se por um novo conceito, sendo agora uma “Sala da memória e do conhecimento”. A organização conceptual e física baseia-se na definição de dois anéis estruturais concêntricos— o Anel do Conhecimento e o Anel da Memória (FIGURAS 2B) e 2C)). Estes dois Anéis estruturam espaços funcionais independentes e distintos criando áreas e condições que permitem a ocupação simultânea, por vários grupos de trabalho.

O Anel Externo, Anel da Memória, é formado por armários vitrina onde são sazonalmente expostos objetos selecionados do espólio enquadrados num tema ou temas. Como exemplo, no início do ano letivo de 2023/2024, a exposição apresentava 4 temas: “O Modelo”, “O Tempo”, “O Movimento” e “O Invisível”, ilustrados por objetos de diferentes áreas em cada uma das 4 vitrines. Nas vitrines, as peças vão-se substituindo a partir de outras do espólio museológico, de acordo com o tema, guardadas numa sala exterior à sala de exposição, o que permite a rotação das peças expostas. Neste Anel, estão ainda incluídas duas mesas de apoio para destaque de algumas peças (presentemente estão expostos os 5 herbários).

O Anel Interno, Anel do Conhecimento, corresponde à parte traseira das vitrinas. Existem dois quadros pretos preparados para exposições e mais dois espaços com equipamentos audiovisuais e multimédia. Esta área pode ser equipada com lugares sentados móveis com capacidade para cerca de 30 pessoas (usando cadeiras desdobráveis e facilmente transportáveis). O pavimento está revestido com tapetes de cores atrativas que servem para momentos mais informais, principalmente com os alunos mais jovens. Este Anel destina-se a exposições, debates, apresentação de trabalhos, visualização de audiovisuais, etc. (FIGURA 2C)). Telas com ilustrações científicas clássicas decoram as paredes envolventes do museu, reforçando o sentido histórico e museológico.

Para que as obras de requalificação da sala do Museu da Ciência pudessem realizar-se, foi necessário remover todo o espólio para uma outra sala. Neste processo, redescobriram-se 4 dos 5 herbários de grande interesse que serão apresentados a seguir (sendo que o maior deles sempre esteve exposto no Museu).

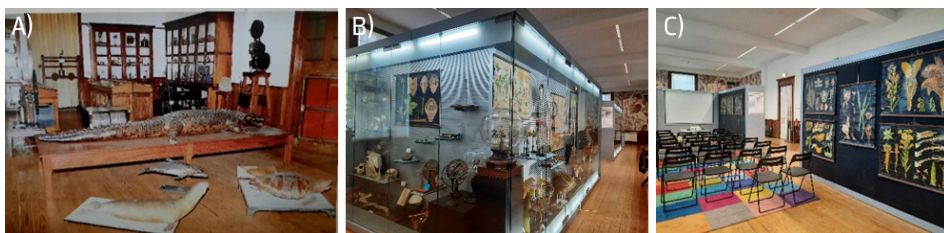


FIGURA 2. O Museu da Ciência do Rodrigues de Freitas. A) Aspeto antigo. B) Aspeto atual do anel externo. C) Aspeto do anel interno.

Do Paleozoico dos Picos da Europa ao Jurássico da Costa (Asturiana) dos Dinossauros.

Luís Vítor Duarte *, **José Carlos García-Ramos ‡**

* U. Coimbra, DCT e MARE | ‡ MUJA

A boa geologia está obviamente por todo lado. Por essa razão, desta vez não necessitamos de ir para longe. Ficamo-nos, então, pelo norte da Península Ibérica, propondo uma visita pela Província de Léon e pelo Principado das Astúrias (FIGURA 1). Neste último, com especial ênfase na sua zona costeira. Não esquecer que esta é a terra da sidra, da fabada e do Queijo Cabrales. Para um geólogo, mais um bom enquadramento adicional. Neste percurso vamos à boleia de sons com reminiscências celtas, entre a gaita asturiana de José Ángel Hevia e a do vizinho, galego, Carlos Nuñez. Entre as semelhanças, diferentes sonoridades e performances, tal como a geologia pelo norte de Espanha que é completamente distinta, se compararmos a Galiza com grande parte das Astúrias. Basta considerar a “velha”, mas ainda funcional diferenciação morfoestrutural da geologia ibérica de Lotze. Tendo como ponto de partida Oviedo, a interessante capital das Astúrias, estamos claramente a oriente da Zona Astúrico Ocidental-Leonesa, ou seja, na primeira unidade do chamado Maciço Hespérico: a Zona Cantábrica.

Caracterizada por terrenos paleozoicos e por grandes relevos, onde os processos de deformação terão sido bem marcantes (FIGURA 2), esta região ganha particular destaque pelo seu conhecido e grandioso Carbonífero. A começar, desde logo, nas imediações de Oviedo, pelos depósitos de carvão, em virtude das imensas reservas que aqui se acumularam durante este período e que deram azo às múltiplas explorações mineiras existentes na região. A dimensão do registo é tal, que se define neste território a designada Bacia Carbonífera Central das Astúrias. Explorações que fazem hoje parte da história, mas que se encontram muito bem documentadas na paisagem, ao longo da depressão onde se localiza a cidade de Langreo, através de uma série de torres metálicas, inconfundíveis, a denunciarem a presença de poços mineiros. A importância é tal que algumas instalações mineiras foram convertidas num interessantíssimo Ecomuseu, do Vale do Samuño, de valiosíssimo interesse geológico, cultural e sociológico

(FIGURA 3). A vida difícil de mineiro, e que ajudou, em muito, à economia dos países, ao seu desenvolvimento. Uma realidade que rivaliza hoje com o conceito de sustentabilidade. Como tal, ainda mais tratando-se de carvão, a exploração deste recurso já passou mesmo à história. Aliás, o Carbonífero, exatamente o mesmo termo do agora, “informal”, Carbónico (coisas da Estratigrafia), e já visitado nas arribas de Joggins, no outro lado do Atlântico, foi um tempo de grande soterramento de matéria orgânica vegetal, generalizado a todo o planeta, resultando no intervalo da história da Terra mais importante de acumulação de carvão.

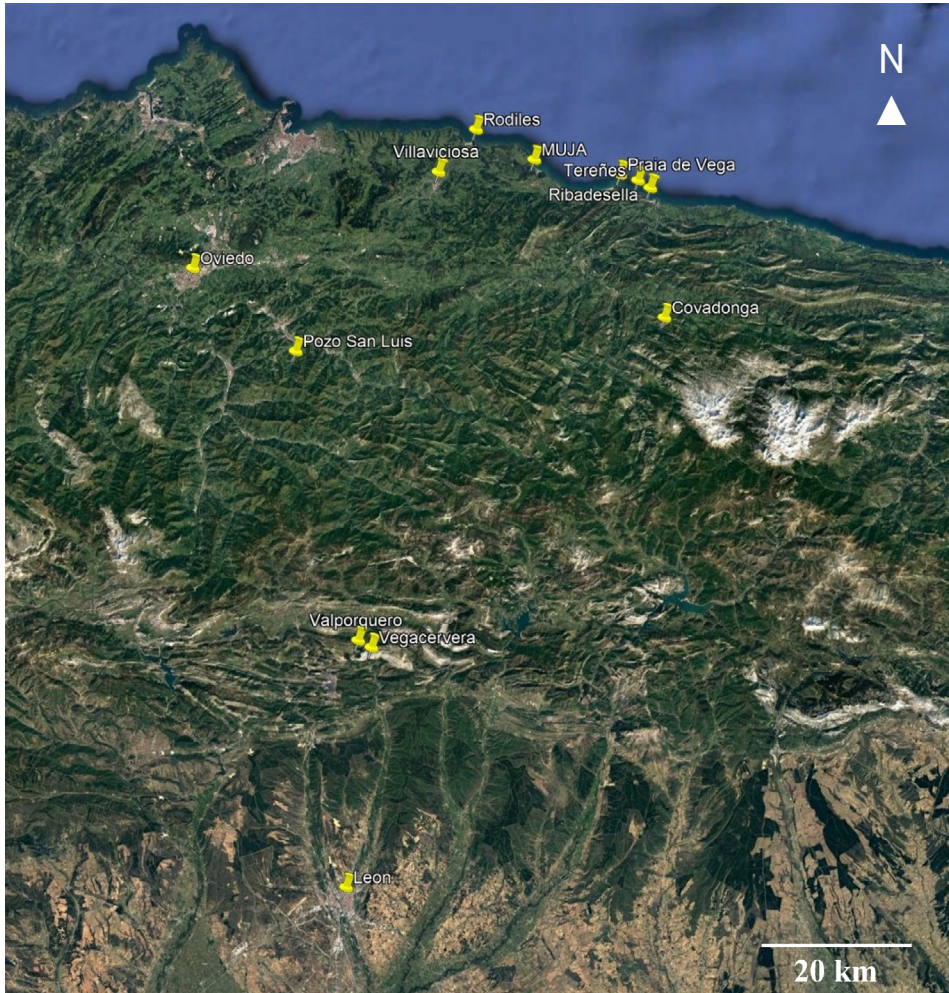


FIGURA 1. Localização dos pontos de visita pelo Principado das Astúrias e Província de Leon, norte de Espanha. Imagem do Google Earth.

Está bem de ver qual a origem do nome deste Período, com 60 milhões de anos, que assistiu à grande proliferação das gimnospermas.



FIGURA 2. Dobramentos espetaculares em terrenos paleozoicos patentes nos taludes da autoestrada AP66, imediatamente a sul da fronteira entre o Principado das Astúrias e a região de Castela-Leão (Província de Leon).

Todo este amplo crescimento do mundo vegetal terá potenciado, em proporcional medida, um aumento da fotossíntese, com impactos claros no somatório dos gases atmosféricos. A fazer jus em diversos *proxies*, há cerca de 300 milhões de anos a atmosfera terrestre terá sido a mais oxigenada de sempre, com concentrações quase duas vezes superiores às atuais. Ao invés, e por compensação, a concentração do dióxido de carbono na atmosfera terá sido das mais baixas. Um fenómeno claramente favorecido pela grande quantidade de matéria orgânica, que se acumulou através dos diferentes tipos de carvão na litosfera. Mais um ótimo exemplo de entendimento de como funcionam os diversos subsistemas terrestres.

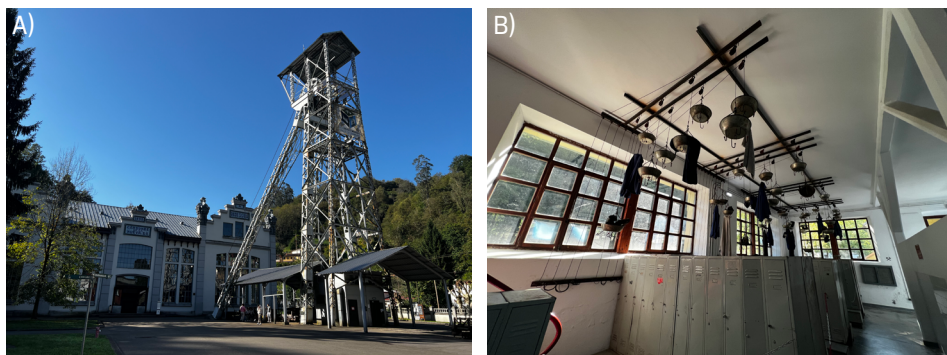


FIGURA 3. A) O Pozo San Luis, que faz parte do atual Ecomuseu do Vale do Samuño (Langreo). B) A sala de Aseo de valiosíssimo interesse sociológico, refletindo a vida difícil de mineiro.

Encontramo-nos também perto do Parque Nacional dos Picos da Europa, uma das grandes cadeias montanhosas de Espanha. Curiosamente, uma área igualmente repleta de rochas datadas do Carbonífero, mas bem diferentes das da vizinha bacia carbonífera. Em vez de sedimentos de origem continental e deltaica (litoral), de natureza carbonosa, depositaram-se aqui espessas sucessões de carbonatos— bastante mais do que 1 quilómetro de sedimentos, gerados num ambiente de plataforma marinha. As duas orogenias fanerozoicas que afetaram esta porção do globo, tanto a varisca como a alpina, fizeram tudo o resto (FIGURA 2). Paralelamente, com tanto calcário e altitudes tão elevadas, são férteis na paisagem evidências geomorfológicas associadas, numa combinação perfeita, entre carsificação (FIGURA 4) e a ação da criosfera. Porque aqui fez mesmo muito frio na história mais recente da Terra, durante o Plistocénico. De facto, os Picos da Europa são um paraíso para os estudiosos do Quaternário, já que algumas das fases de alteração climática pliocénicas estão aqui muito bem preservadas. Contrastando com o tempo em que estas rochas se formaram. Sim, estes calcários do Carbonífero, devido ao seu posicionamento paleogeográfico, quase em ambiente equatorial, terão tido origem num tempo de elevada temperatura da água do mar. Os mesmos calcários que podem ser observados mais a sudoeste, já bem fora dos Picos da Europa, nas imediações da cidade de León. Aqui ergue-se a grandiosa faixa meridional da Zona Cantábrica, que contacta de modo impactante e severa com a depressão associada à cobertura sedimentar da Bacia cenozoica do Douro (FIGURA 5). Em Vegacervera observam-se centenas de estratos verticalizados de calcário, com unidades cavalgadas e dobradas, num conjunto cortado pelo rio Torío que desenha um desfiladeiro estreito e extraordinariamente sinuoso (FIGURA 6). No meio das vastas morfologias cársticas, não muito longe, esconde-se a cueva de Valporquero, a mais marcante de toda a região. Aparentemente, sem vestígios de ocupação humana, como a vizinha gruta de Tito Bustillo em Ribadesella, com as suas magníficas e ímpares figuras rupestres. Como não nos deixam captar imagens, fica a da entrada do Centro de Arte Rupestre de Tito Bustillo, “paredes-meias” com os calcários do Carbonífero, e com vistas para subambientes do estuário do Sella (FIGURA 7A)).



FIGURA 4. La Cueva Santa de Covadonga com a capela que exhibe a imagem da Virgem de Covadonga. Gruta natural, resultado da carsificação de calcários do Carbonífero e de onde, em tempo mais chuvoso, se evidencia uma magnífica cascata.



FIGURA 5. Marcante na paisagem a quebra morfológica dos calcários do Carbonífero com terrenos mais recentes que compõem a zona mais aplanada. Estamos perante a fachada meridional da conhecida Zona Cantábrica, a primeira da clássica subdivisão do Maciço Hespérico de Lotze. Segue-se o desfiladeiro de Vegacervera.

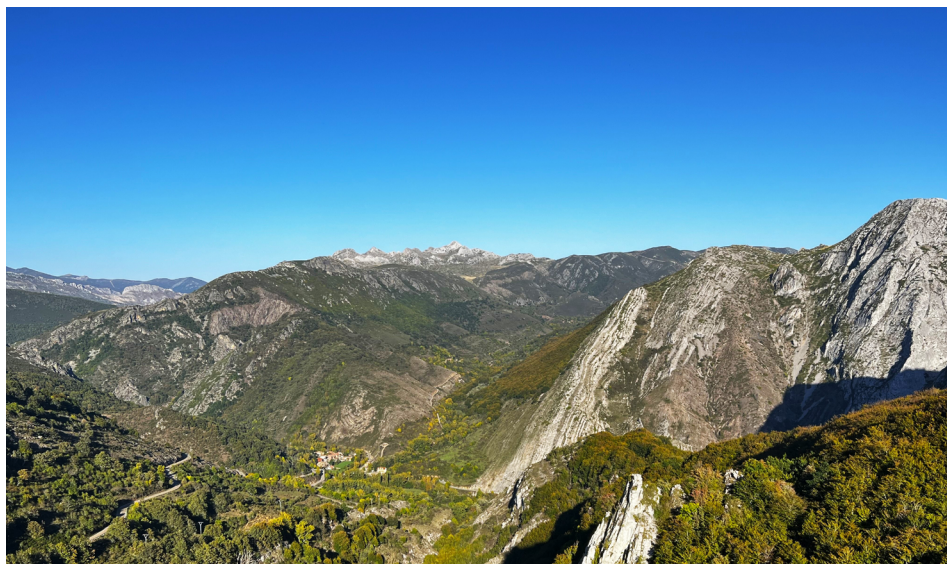


FIGURA 6. Exercício de interpretação da paisagem. Entre os aspetos geomorfológicos, que combinam carsificação com a ação do gelo, vários limites litostratigráficos bem definidos e umas dobras que não passam despercebidas com o zoom da imagem. Também tem cavalgamentos e... muito mais.

Com as imagens de sempre, entre estalactites e estalagmites, mais ou menos espetaculares e singulares, a gruta de Valporquero distingue-se, acima de tudo, pelas dimensões das suas salas e da fotogénica porta de entrada, em especial se for ao final da tarde (FIGURA 7B)). No início da primavera, com o começo do degelo, percebe-se a extensão do que poderá ser o rio subterrâneo que por aqui se desenvolve até ao início do verão. Resumidamente, tudo em grande!



FIGURA 7. A) Fachada do Centro de Arte Rupestre “Tito Bustillo” em Ribadesella, junto à gruta com o mesmo nome. B) Entrada da gruta de Valporquero, Província de León. Ambas as grutas encontram-se em unidades carbonatadas do Carbonífero.

Deixamos os terrenos paleozoicos, que não são só de idade carbonífera, e aproximamo-nos da zona costeira. Mais uma vez, devido aos interesses de investigação, que nos levaram até estas paragens, é o Jurássico o motivo principal desta expedição. E que já foram várias. O Jurássico que aflora numa estreita película de terra junto ao Atlântico, bordejando a Zona Cantábrica de Lotze. Os afloramentos e a qualidade do registo fóssilífero são tão assombrosos, que aqui foi erguido— no pequeno município de Colunga, o *Museo del Jurásico de Asturias* (MUJA) (FIGURA 1, 8A) e 8B)). Um espaço que se alicerça na história geológica jurássica desta região e no vastíssimo registo fóssil, que emana dos vários alcantilados da zona costeira.

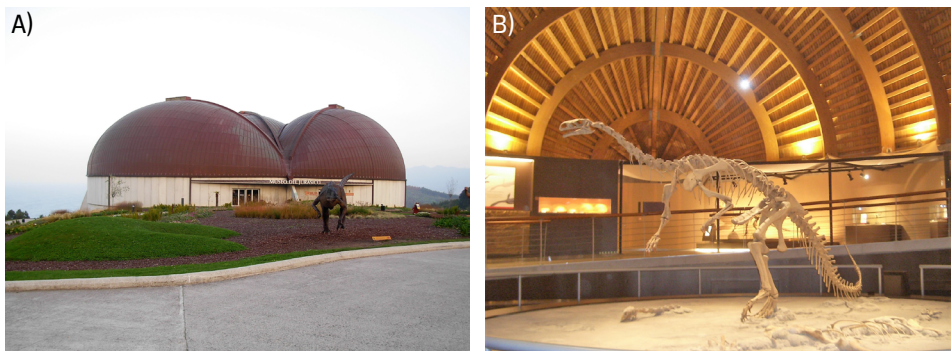


FIGURA 8. O MUJA, Museo del Jurásico de Asturias. A) Vista exterior com a sua cúpula em forma de pegada tridáctila. B) Uma das principais salas do MUJA ilustrando uma réplica de dinossauro característico do Triássico.

Na pequena área de afloramentos, mas no amplo intervalo temporal aqui observado, é o Jurássico Superior que parece ganhar maior preponderância. Através do Google Earth, atente-se na arquitetura da cúpula do MUJA, que tem a forma de uma gigante pegada tridáctila de dinossauro. São estes vertebrados, onde se incluem também bastantes réplicas, a imagem de marca do Museu (FIGURA 8B)). De tal modo, que a região é conhecida como *La Costa de los Dinosaurios*, sendo um tema frequentemente recordado e valorizado em vários locais da região (FIGURA 9).

De natureza siliciclástica e localmente carbonatada, a deposição ocorrida durante o Jurássico Superior terá resultado da ação fluvial meandriforme e de ambientes de transição, como deltas e lagunas de maior ou menor influência marinha. As sucessões sedimentares, datadas essencialmente do Kimmeridgiano, diferenciam-se nas formações de *Vega*, *Tereñes* e *Lastres*. Grande parte das marcas (pegadas) de dinossauros podem ser observadas nas praias de *Merón* (Villaviciosa), *La Griega* (Colunga) e de Ribadesella, numa densidade algo incomum (FIGURA 10).



FIGURA 9. Painel informativo sobre os icónicos aspetos geológicos e paleontológicos observáveis nas arribas da Praia de Ribadesella.

Contrastando com o Jurássico Superior, que nele assenta através de descontinuidade erosiva (FIGURA 11), o primeiro dos “jurássicos”, o Inferior, constitui igualmente um intervalo distinto, muito bem representado nesta pequena bacia— dimensão que diz respeito à sua área restrita de observação *onshore*.



FIGURA 10. Rasto de dinossauro (estegosauro), herbívoro, conservado em relevo em estrato do Kimmeridjiano. (Formação de Tereñes) de Tereñes (Ribadesella).



FIGURA 11. Contacto entre o os margo-calcários do Pliensbaquiano (Formação de Rodiles) e a unidade siliciclástica de idade kimmeridjiana da Formação de Vega (praia de Vega, Ribadesella). A esta escala de observação, de realçar a diferenciação estratonómica entre ambas as unidades, com as diferenças óbvias nos registos fossilíferos.

À semelhança do enchimento da nossa Bacia Lusitânica, em Portugal, localizada a algumas centenas de quilómetros, ou mesmo do Alto Atlas marroquino, o Jurássico Inferior das Astúrias é de natureza carbonatada, com preponderância de sedimentos margo-calcários depositados em ambiente marinho de rampa. Um mar epicontinental (raso) que se desenvolveu intra-placa tectónica, bastante antes da abertura do Atlântico Central e Norte, quando a Ibéria e a porção ocidental do norte de África estavam ainda unidas ao continente Norte Americano. A ocorrência de amonoides, em grande parte da sucessão, é o garante de um bom controlo biostratigráfico (o mesmo é dizer, cronostratigráfico), onde é possível identificar, de modo detalhado, os três últimos andares do Jurássico Inferior: Sinemuriano, Pliensbaquiano e Toarciano. Mas, a toda esta importância estratigráfica, fulcral no exercício da correlação entre bacias sedimentares e na construção dos tão valiosos mapas paleogeográficos, adicionam-se os múltiplos aspetos paleontológicos e sedimentológicos de assinalável relevância científica e didática que aqui podem ser analisados. Damos aqui relevância aos sedimentos ricos em matéria orgânica dos margo-calcários do Pliensbaquiano, que concedem uma cor negra característica à paisagem (FIGURA 12A)). A concentração do conteúdo orgânico é de tal ordem, assim como as condições de grande soterramento que estas rochas sofreram (a alguns quilómetros de profundidade), terão permitido mesmo a génese de hidrocarbonetos (FIGURA 12B)). Uma preservação da matéria orgânica que terá sido favorecida por um ambiente marinho particularmente deficitário em oxigénio.

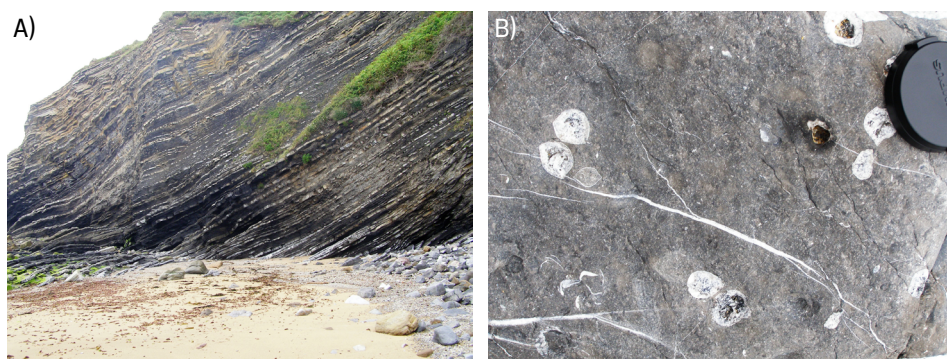


FIGURA 12. A) Margo-calcários do Pliensbaquiano de cor predominantemente escura, devido à grande abundância de matéria orgânica (praia de Vega). B) Registo de braquiópodes em sedimentos ricos em matéria orgânica da base do Pliensbaquiano da praia de Vega. Alguns dos espécimes encontram-se preenchidos por hidrocarbonetos.

Numa outra escala, e noutra posição estratigráfica, são magníficas as estruturas *hummocky* (cruzadas de muito baixo ângulo), que podem observar-se no Sinemuriano superior, demonstrativo que esta unidade, durante a sua deposição, terá estado sujeita à ação de tempestades.

Descubra as diferenças (se conseguir...).

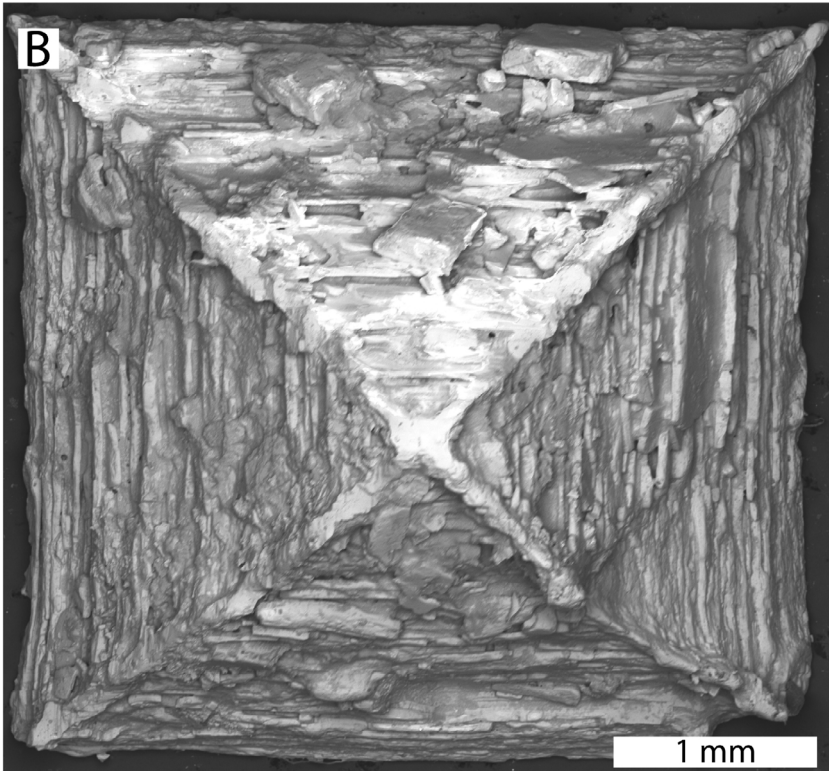
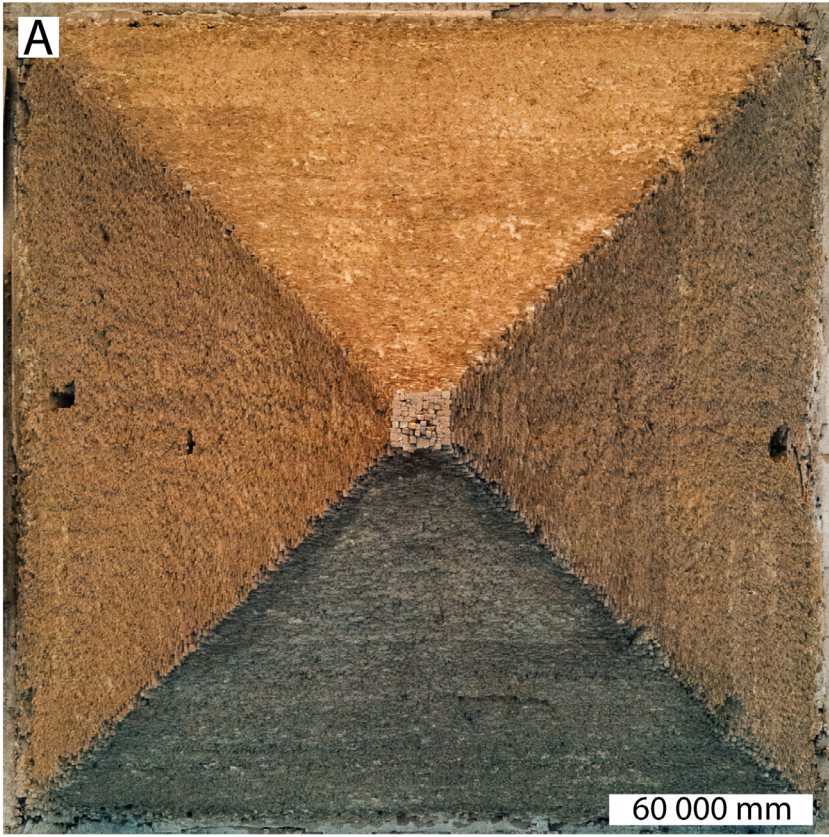
in casadasciencias.org/banco-imagens

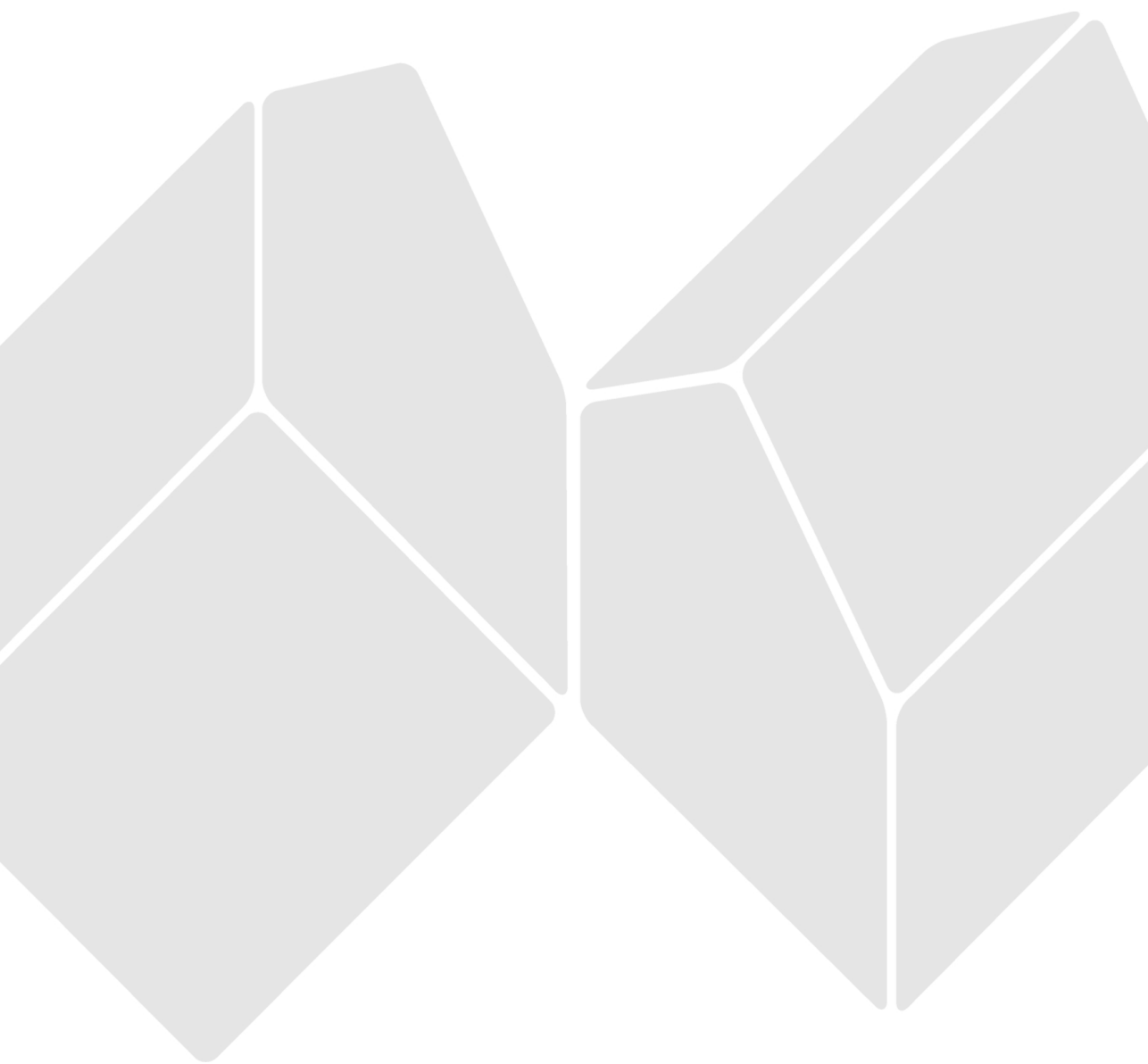
A Pirâmide de Quéops (FIGURA A), também conhecida como a Grande Pirâmide de Gizé, destaca-se como a maior das três pirâmides situadas na necrópole de Gizé, no Egito. Erguida há aproximadamente 5.000 anos, essa impressionante estrutura atinge a altura imponente de cerca de 146 metros, com 230 metros de extensão em cada lado de sua base. Construída como o futuro túmulo do faraó Quéops, demorou aproximadamente duas décadas para ser concluída, incluindo cerca de 2 milhões de blocos de rocha calcária, cada um pesando aproximadamente 2.5 toneladas. A forma de pirâmide tinha um significado simbólico: a base quadrada representava a estabilidade e a solidez, enquanto os lados inclinados simbolizavam a ascensão do faraó para o céu. A ponta da pirâmide também representava a conexão entre a Terra e o Divino. A Pirâmide de Quéops, além de ser uma notável proeza de engenharia, figura como uma das principais atrações turísticas do Egito e é reconhecida como uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo, representando uma preciosa herança cultural egípcia, marcada por beleza e genialidade incontestáveis.

De maneira fascinante e quase surpreendente (!!), surge a semelhança com a imagem de um cristal de flor de sal ampliado em um microscópio eletrónico de varrimento (FIGURA B). Soamente ao observar com atenção a escala é que

se revela a diferença mais marcante entre estas duas imagens: uma com 230 metros de largura (FIGURA A) e a outra com apenas 4 milímetros (FIGURA B). A flor de sal é uma variedade de sal marinho obtida por meio da evaporação da água do mar, assumindo formas específicas de cristais influenciadas pelas condições ambientais durante sua formação (temperatura, vento, humidade atmosférica) e pelo processo de extração e secagem nas salinas. Forma uma fina camada branca na superfície dos tanques de evaporação, sendo artesanalmente recolhida pelos marnotos. A forma piramidal aqui retratada corresponde a uma cristalização bidimensional de NaCl, desenvolvida na superfície da salmoura, onde apenas uma face do cubo permanece fixa. Ao entrar em contacto com uma película de alta densidade devido ao aumento da salinidade, o crescimento ocorre exclusivamente ao longo das bordas. Este processo, quando combinado com o efeito da sedimentação gravitacional, resulta neste tipo peculiar de cristal.

Agradecimento: a imagem de microscópio eletrónico foi obtida em colaboração com a Eng. Cristina Sequeira do DGeoUA, usando um microscópio eletrónico de alta-resolução e capacidade analítica Tescan VEGA.





CASA DAS CIÊNCIAS
EDULOG · FUNDAÇÃO BELMIRO DE AZEVEDO