

## —

# BiSafe Portugal

## *Blooms* de Microalgas e consumo de bivalves em Portugal

### CITAÇÃO

Barracosa, H, Kobozev, Y, Fornea, A, Silva, I, Silvestre, A (2017)  
BiSafe Portugal: Blooms de microalgas e consumo de bivalves em Portugal, *Rev. Ciência Elem.*, V5(03):038.  
[doi.org/10.24927/rce2017.038](https://doi.org/10.24927/rce2017.038)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

5 de março de 2017

### ACEITE EM

13 de março de 2017

### PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Helena Barracosa\*, Yan Kobozev,  
Ana Fornea, Inês Silva  
e Alice Silvestre

Agrupamento de Escolas João de Deus, Faro

\* [helena.barracosa@aejdfaro.pt](mailto:helena.barracosa@aejdfaro.pt)

**Certas microalgas produzem compostos bioativos – as biotoxinas marinhas - capazes de causar intoxicações agudas no Homem quando concentrados por certos animais. Os moluscos bivalves podem exercer esta função e podem ser responsáveis por danos graves na saúde humana.**



FIGURA 1. As ostras são um dos exemplos de bivalves capazes de concentrar biotoxinas marinhas provenientes de microalgas.

O tema central do projeto BiSafe Portugal está relacionado com este problema ou seja as biotoxinas marinhas produzidas por microalgas e as graves consequências do consumo de bivalves contaminados.

A ingestão de moluscos bivalves portadores de biotoxinas e as consequências ao nível da saúde do consumidor leva à publicação de avisos de interdição de apanha/comercialização por parte do IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera). Contudo a informação oficial disponibilizada é pouco amigável e efetiva para o cidadão comum que quer uma resposta rápida sobre se pode ou não pode apanhar, comprar ou consumir bivalves. O desafio foi decodificar uma linguagem técnica, altamente complexa, para uma linguagem popular, sem perda de rigor na qualidade da informação. BiSafe Portugal resulta de um projeto de âmbito regional e

base escolar iniciado no ano letivo transato onde foi desenvolvida uma app (aplicação para dispositivos móveis), sobre as interdições de captura no Algarve e baseada em dados oficiais retirados dos comunicados emitidos pelo IPMA. Esta app permite ao consumidor, mariscador ou comerciante saber, de uma forma rápida e em tempo real, se é seguro consumir, capturar e/ou comercializar bivalves sem descurar o rigor da informação prestada. Desta forma é o próprio consumidor que se torna agente de mudança contribuindo para uma melhoria do controlo sanitário deste produto de excelência e de grande importância económica no nosso país.

A captura e comercialização de bivalves nas zonas costeiras litorais algarvias e a moluscicultura na Ria Formosa (e na Ria de Alvor) constituem uma das atividades de maior significado económico da região algarvia no quadro da exploração dos recursos vivos naturais, devido às condições favoráveis dos ecossistemas. A Ria Formosa é a maior zona produtora de bivalves em Portugal, sobretudo ameijoas boas (*Ruditapes decussatus*), envolvendo 1 600 licenças de exploração e cerca de 10 000 empregos. O tema central deste projeto relaciona-se com a ocorrência de blooms sazonais de microalgas produtoras de biotoxinas (HAB, *Harmful Algal Blooms*) e as suas consequências. As biotoxinas são compostos naturais produzidos por espécies de fitoplâncton e que são filtrados por bivalves (ameijoas, conquilhas, berbigões, ostras, mexilhões...) e acumulados nos mesmos. Sazonalmente, as microalgas libertam este tipo de toxinas que podem, em caso de ingestão, ter graves consequências para a saúde humana designadamente diarreias graves, amnésia ou a paralisia de órgãos vitais, dependendo do tipo de toxinas produzidas pelas microalgas. Estão inclusivamente documentados em Portugal casos letais derivados do consumo de bivalves contaminados. Nas regiões temperadas do planeta, tais como Portugal, os bivalves são os principais vetores de intoxicações esporádicas. Por essa razão são realizadas periodicamente análises tanto à água como aos bivalves e os resultados são tornados públicos pelas autoridades marítimas traduzindo-se na publicação de avisos de interdição de apanha por parte do IPMA, nas áreas de produção e de acordo com normas europeias, transpostas para legislação nacional.



FIGURA 1. **A** – Interface “apanhar”; **B** – Interface “comprar”; **C** – Tutorial “Listagem de espécies”.

Como Laboratório Nacional de Referência em Biotoxinas Marinhas, o IPMA é a entidade em Portugal responsável pela realização e divulgação de análises regulares aos bivalves em termos de biotoxinas. Contudo a informação disponibilizada no site do IPMA é pouco amigável e efetiva para utilização pelo cidadão comum que quer uma resposta rápida sobre se pode ou não pode apanhar, comprar ou consumir bivalves. O desafio foi descodificar uma linguagem técnica, altamente complexa, para uma linguagem popular, sem perda de rigor na qualidade da informação.

“BiSafe Portugal” resulta de um projeto iniciado no ano letivo transato por um grupo de alunos e professores da Escola Secundária João de Deus (Faro) dos cursos de Ciências e Tecnologia e ainda do Curso Profissional de Multimédia. O produto principal desenvolvido consistiu numa aplicação para dispositivos móveis (em sistema *Android*) que permite ao utilizador ter uma informação rápida e rigorosa sobre as interdições de captura no Algarve. Esta aplicação tem duas interfaces (FIGURA 1 e FIGURA 2): apanhar (destinada ao apanhador profissional ou amador, interface georreferenciada) e comprar (destinada ao consumidor/comerciante). Ambas permitem obter informação contextualizada temporal e espacialmente, em termos de interdição ou não de determinada espécie de bivalves e toda a aplicação se baseia em dados oficiais contendo ainda, a título informativo, uma listagem com imagens das espécies mais comuns que possibilita ao consumidor uma melhor identificação (FIGURA 3). A aplicação está disponível (em versão *Android* e para a zona algarvia estuarina-lagunar e litoral de produção de moluscos bivalves) podendo ser descarregada gratuitamente em <https://play.google.com/store/apps/details?id=aejd.bisafe>.

Contudo “BiSafe Portugal” apesar de ter como alvo principal o desenvolvimento da app não se esgota neste produto. A presença de biotoxinas nos moluscos bivalves é um assunto recorrente particularmente no verão, mediático, controverso e logo com um grande impacte social e económico. Paralelamente ao desenvolvimento da app, foram realizados estudos de base sociológica sobre a perceção do problema pelo consumidor de bivalves. Os resultados obtidos apontam para um grande desconhecimento das consequências da ingestão de bivalves contaminados, uma desconfiança relativamente à informação veiculada pelo IPMA e ainda a existência de “mitos” relacionados com a eliminação de biotoxinas (e.g. as biotoxinas são eliminadas pela depuração, congelação ou fervura). Não existem praticamente estudos sobre o tema e muitos dos bivalves colocados no mercado, sobretudo os vendidos a granel, parecem não cumprir as normas sanitárias e de rotulagem. Isto representa um risco para a saúde pública em Portugal devido à sua possível contaminação por agentes patogénicos e/ou biotoxinas. Estas e outras informações sobre o projeto poderão ser acedidas através do site do projeto disponível em <http://www.bisafe.pt>.

O trabalho já realizado (de âmbito regional) permitiu lançar bases para que, no presente ano letivo, se possa ampliar a base de investigação e introduzir novos objetivos (de âmbito nacional) num projeto de continuidade designado “BiSafe Portugal”:

- Desenvolver uma aplicação informática amigável para dispositivos móveis sobre as interdições de captura para comercialização ou consumo válida em Portugal para todas as espécies objeto de análise por parte do IPMA que possa ser utilizada em qualquer dispositivo móvel do tipo smartphone ou seja em sistema *Android*, *iOS* e *Windows*.
- Recolher dados a nível nacional, acerca do conhecimento da população e comportamentos associados enquanto consumidores, comerciantes ou apanhadores de bivalves/mariscadores.
- Estabelecer contactos com escolas europeias localizadas em zonas análogas de produção de bivalves com vista ao estabelecimento de parcerias e internacionalização do projeto, uma vez que o fenómeno é global e atinge outras áreas costeiras europeias.

Em termos metodológicos o projeto segue a metodologia de trabalho de projeto e de resolução de problemas, configurando uma abordagem científica baseada na formulação de questões iniciais de investigação e na tentativa de as resolver. Por outro lado, a sua abordagem é claramente prática e multidisciplinar mobilizando várias áreas curriculares para o seu desenvolvimento designadamente as ciências exatas e experimentais (estatística, biologia e química), ciências humanas (investigação sociológica), informática, design gráfico/comunicação. O projeto inclui ainda uma vertente de desmultiplicação com o estabelecimento de parcerias nacionais e internacionais (escolas) possibilitando lançar as bases para uma internacionalização do projeto.

Em síntese pensamos que “BiSafe Portugal” poderá contribuir para um aumento do interesse das autoridades nacionais e europeias pelo problema e encará-lo verdadeiramente como um caso de saúde pública direcionando mais meios para a sua resolução. Uma melhoria do controlo sanitário deste produto de excelência pode conseguir-se por pressão de consumidores mais informados e atentos a este problema, convertendo os consumidores em verdadeiros agentes de mudança. Ou como refere Carlos Luís, Diretor do Agrupamento de Escolas João de Deus (Faro) “BiSafe Portugal” é um projeto emblemático que reflete a ligação profícua que se pode estabelecer entre a escola e a sociedade”.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> *Manual boas práticas*, projeto QUASUS (IPMA, 2013)

<sup>2</sup> VALE, P, *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 2004, 99,549

<sup>3</sup> Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004, JO L226 de 25.06.2004

<sup>4</sup> Despacho n.º11610/2016 de 29 de setembro de 2016

<sup>5</sup> KOBOZEV, Y, *Bisafe*, Escola Secundária João de Deus, Portugal, 2017 (disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=aejd.bisafe>)

# A Estação Litoral da Aguda

17 anos de educação ambiental

## CITAÇÃO

Prata, J, Weber, M, Oliveira, JP, Santos, A (2017)

A Estação Litoral da Aguda: 17 anos de educação ambiental,

*Rev. Ciência Elem.*, V5(03):039.

[doi.org/10.24927/rce2017.039](https://doi.org/10.24927/rce2017.039)

Jaime Prata\*, Mike Weber,

José Pedro Oliveira,

Assunção Santos

Estação Litoral da Aguda

\* jaimeprata@gmail.com

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

6 de setembro de 2017

## ACEITE EM

10 de setembro de 2017

## PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



A Estação Litoral da Aguda - ELA (FIGURA 1), localizada na praia da Aguda, no Concelho de Vila Nova de Gaia, integra um Museu das Pescas (FIGURA 2), um Aquário (FIGURA 3) e um Departamento de Educação e Investigação. Pertence à Câmara Municipal de Gaia e é gerida pela empresa municipal Águas de Gaia E.M., S.A.. Abriu ao público em Julho de 1999 tendo recebido, até agora, 380.000 visitantes.



FIGURA 1. Estação Litoral da Aguda vista a partir do mar.

No museu das pescas, podem observar-se equipamentos e utensílios antigos e modernos da pesca artesanal. Mais de 2000 objetos provenientes dos 5 continentes, em tamanho original e reduzido (maquetas). A pesca artesanal da praia da Aguda está bem representada mas também outras regiões e localidades estão aqui retratadas, como a região de Aveiro,

o rio Minho, os Açores e Madeira e até as regiões habitadas pelos esquimós. Podem ser observadas coleções de anzóis, de conchas, de mudas de crustáceos etc.. No 1º andar do edifício está patente uma exposição permanente designada por “Pesculturas” (FIGURA 4) composta por esculturas em barro que representam todas as artes de pesca tradicionais de Portugal.

No aquário podem ser observados 15 tanques, com um volume total de 28.000 litros, onde vivem cerca de 2000 espécimes pertencentes a cerca de 60 espécies da fauna (FIGURAS 5 E 6) e flora da costa ocidental portuguesa.

No âmbito da Educação Ambiental são disponibilizados atualmente nove programas para todos os níveis pedagógicos, abrangendo todas as classes etárias, desde os jardins-de-infância até à universidade sénior.

Em relação ao ensino superior e com base no protocolo de colaboração, celebrado em 1997, entre a Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia e o Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar ICBAS da Universidade do Porto, são lecionadas aulas em Ciências do Mar para os cursos de licenciatura e mestrado.

A localização física da ELA, a 20 metros do mar, proporciona condições ímpares para o ensino e a investigação científica do litoral com toda a sua biodiversidade, a frota pesqueira e as artes da pesca artesanal.

Em 1996, embora sem o edifício da ELA estar ainda concluído, deu-se início a uma série de atividades ligadas à educação ambiental para proporcionar às escolas da região um contato direto com o mar. Em pouco tempo, a praia da Aguda começou a tornar-se num ponto de encontro para muitas gerações de alunos do norte e centro do país.

Em 1997 é apresentado o 1º programa pedagógico intitulado “Programa de Educação Ambiental no Litoral” e ao longo dos anos seguintes começam a ser apresentados às escolas e ao público em geral uma série de programas de Educação Ambiental.

O programa **Contos do Mar** é destinado a crianças entre três e seis anos e tem como objetivo despertar uma consciência ecológica e ambiental. Desde o seu início em 2003, foi já frequentado por 15 000 crianças.

O programa **Turma do Mar** é dirigido às crianças dos seis aos doze anos. Nele são transmitidos conhecimentos básicos sobre Biologia e Ecologia Marinha e Oceanografia Física. Iniciado em 2004, atraiu até agora 12 000 crianças.

O programa **Uma Noite no Fundo do Mar** é concebido para desenvolver e incentivar o espírito aventureiro de crianças entre seis e doze anos de idade. É uma experiência rara, na qual as crianças permanecem no Aquário durante a noite, das 21:00 até as 9:00 horas, e assistem à atividade noturna das várias espécies.

O Programa de **Educação Ambiental no Litoral**, (FIGURA 7) destinado a alunos do 5º ano em diante, revela as riquezas do litoral rochoso “in loco” e os fatores físico-químicos e bióticos da zona entre-marés. Aborda também o tema da pesca artesanal e das dunas, sua importância e necessidade de conservação. Inclui uma visita guiada ao Parque das Dunas da Aguda. Começou a funcionar dois anos antes da abertura da ELA ao público e nele já participaram 17 000 alunos, distribuídos por 749 sessões.

O programa **Trilho de Interpretação da Natureza**, destinado também a alunos do 5º ano em diante, é desenvolvido em conjunto com o Centro de Educação Ambiental das Ribeiras CEAR. Nos seus 12 anos de funcionamento foram registadas 168 visitas que envolveram 4 980 participantes. Tem início em Miramar com uma visita ao CEAR onde se abor-

dam temas relacionados com as águas doces em geral e com as ribeiras em particular. De seguida realiza-se uma caminhada pela praia, até à Aguda, com observação de aves e com passagem pelo parque das dunas.

O ano de 2017 é o décimo primeiro ano de funcionamento do programa Litoral em Mudança que se destina a alunos do 11º ano em diante. Pretende abordar, de uma forma cientificamente correta, as questões das alterações climáticas, subida do nível médio do mar, erosão costeira, recuo do litoral e as possíveis medidas de mitigação. Até agora frequentaram este programa 1 311 alunos.

Pelo 16º ano consecutivo, a ELA participa no programa «Biologia no Verão» da iniciativa «Ciência Viva», mantendo-se a frequência dos participantes relativamente constante ao longo dos últimos anos.

No âmbito do programa da Universidade Júnior, organizado pelo ICBAS e pelo Parque Biológico de Vila Nova de Gaia, a ELA foi visitada ao longo dos últimos anos por dezenas de participantes.

A ELA Permite a realização de Festas de Aniversário que incluem uma visita ao Museu das Pescas e Aquário, a participação no programa Turma do Mar ou Contos do Mar e um lanche e oferta de lembranças a todas as crianças participantes.

Horário de visitas: todos os dias das 10h às 18h (exceto 25 de dezembro).



FIGURA 2. Museu das Pescas, vista geral.



FIGURA 3. Aquário, vista geral.



FIGURA 4. Exposição permanente "Pesculturas".

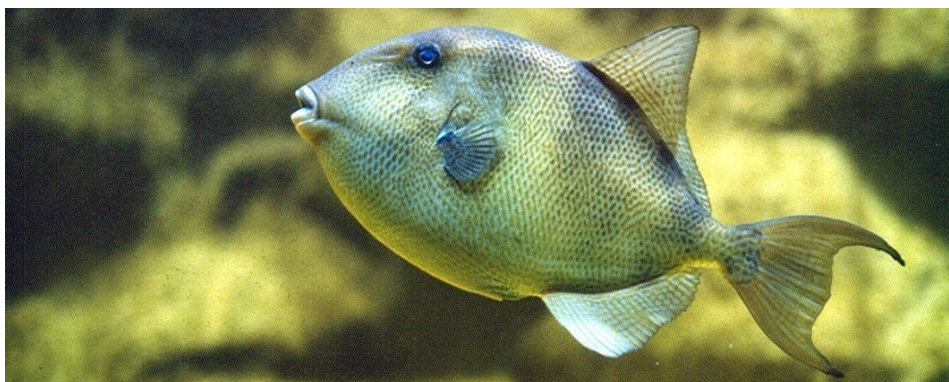


FIGURA 5. Peixe-porco *Balistes carolinensis*.





FIGURA 6. Rascasso *Scorpaena scrofa*..



FIGURA 7. Sessão do Programa de Educação Ambiental no Litoral.

# Sem rochas não há bitoques

## CITAÇÃO

Pimentel, N (2017)  
Sem rochas não há bitoques,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(03):040.  
[doi.org/10.24927/rce2017.040](https://doi.org/10.24927/rce2017.040)

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

16 de maio de 2017

## ACEITE EM

5 de setembro de 2017

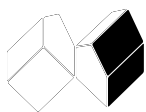
## PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Nuno Pimentel

Instituto Dom Luiz/ Universidade de Lisboa  
[npimentel@fc.ul.pt](mailto:npimentel@fc.ul.pt)

Ao entrarmos num restaurante ou numa qualquer tasca de bairro para comer um bitoque, estamos longe de imaginar o quanto a Geologia está na base desse ato. E no entanto, é o facto de existirem rochas alteráveis à face da Terra, que permite que toda a cadeia alimentar siga o seu caminho até chegar a nós, nesse preciso momento, à mesa ou ao balcão. Mas comecemos pelo princípio.

O Solo é a base de toda a vida vegetal e animal, a qual, em última análise, é o suporte da nossa própria alimentação e existência. Não existiríamos portanto sem o Solo e sem rochas o Solo não existiria.

O Solo é, por definição, uma mistura de minerais, matéria orgânica, água e ar, cuja génese radica na meteorização das rochas expostas aos agentes atmosféricos. A formação de um Solo, designada por Pedogénese, resulta da interação das rochas presentes na superfície terrestre com os agentes físicos e químicos que aí atuam. Entre eles conta-se a Atmosfera, essencialmente oxidante e que promove a oxidação dos minerais que contêm elementos metálicos, como é o caso de muitos dos alumino-silicatos das rochas (biotite, anfíbolos, piroxenas ou olivinas, p.ex.). Também a reação com a água das chuvas contribui para a meteorização das rochas, promovendo a hidrólise dos minerais e a sua separação em componentes químicos que são parcialmente solubilizados ou que dão origem aos minerais das argilas. Finalmente, a própria Biosfera também contribui para a meteorização, ao reagir com alguns compostos minerais e ao unir-se a eles em compostos organo-minerais.

O Solo tem portanto o seu início numa rocha com uma determinada coesão e composição mineral, cuja exposição aos agentes externos dá origem a materiais texturalmente e composicionalmente diferentes. Texturalmente, a alteração dos minerais promove a sua desagregação mecânica, a qual pode ser ampliada pela ação dos próprios organismos e de processos de alteração física, como a crioclastia (fraturação pelo gelo) ou a hialoclastia (fraturação por saís). Composicionalmente, um solo irá apresentar um empobrecimento em minerais menos resistentes, passando a prevalecer os mais resistentes, como o quartzo. Ao mesmo tempo, os elementos mais solúveis tenderão a ser removidos pelas águas de infiltração e escorrência, enquanto as argilas se poderão formar em quantidades

significativas e acumular-se no interior do próprio solo. Assim se explica que os solos sejam, quando comparados com as rochas que lhes dão origem, mais friáveis e também mais areno-argilosos. E são precisamente estas características que permitem que a vegetação se instale com as suas raízes penetrativas, buscando água e nutrientes minerais, usufruindo das propriedades favoráveis do solo para se desenvolver e crescer em altura, na busca de sol para a fotossíntese.



FIGURA 1. Ovelhas a pastar livremente na Serra dos Candeeiros. A meteorização dos calcários em clima temperado deu origem a solos argilosos acastanhados pouco espessos, cuja erosão pelas chuvas promoveu alguma acumulação na área mais baixa, onde se desenvolvem ervas e arbustos, a par de algumas azinheiras e oliveiras.

Claro que nem todos os solos são iguais. Como sabemos, há solos mais férteis que outros e isso justifica a diferente ocupação vegetal e agrícola dos terrenos das diferentes regiões. As características intrínsecas de um solo dependem de quatro fatores: i) a composição química e mineralógica da Rocha que lhe está subjacente e que lhe deu origem; ii) as condições de precipitação e temperatura do Clima em que se desenvolve; iii) o maior ou menor Declive da vertente em que se desenvolve e, conseqüentemente, a maior ou menor tendência para que os materiais da pedogénese sejam removidos por erosão ou mantidos/acumulados no local, originando um solo espesso; iv) o Tempo que esse solo teve para se desenvolver. Conjugando estes quatro fatores, teremos solos mais ou menos maduros e mais ou menos ricos em nutrientes para as plantas. Para além dos fatores naturais, o Homem sempre tratou de melhorar os solos, arando-os para lhes permitir uma melhor circulação da água e do ar intersticial, ou adicionando-lhes elementos químicos (de origem natural ou industrial), para melhorar as suas características composicionais.

E onde ficamos então quanto ao bitoque? É que são as plantas que crescem no Solo que constituem a base alimentar da maioria dos animais que usamos para a nossa alimentação. Uma vaca, ou qualquer outro animal, vai buscar a sua energia e todos os nutrientes de que necessita, às pastagens ou rações, cujas plantas cresceram e se desenvolveram física e quimicamente na dependência de um Solo. E este desenvolveu-se física e quimicamente na dependência das rochas subjacentes. Por isso, aquele bife só existe porque existiram antes as plantas que aquele animal ingeriu (direta ou indiretamente). Aliás, também as ba-

tatas fritas ou o arroz que o acompanham, provêm naturalmente de plantas que cresceram num solo. E já agora, o próprio ovo provém de uma galinha que terá comido milho ou outros cereais, também eles provenientes de plantas de um qualquer campo agrícola dependente dum solo que a mão humana provavelmente trabalhou e regou durante anos a fio.

Por isso, a próxima vez que olhar para um bitoque, pense na cadeia alimentar que o antecedeu e concluirá naturalmente que, sem rochas, não estaria ali a comê-lo.

## —

# Do Atlas ao Saara

## A geologia na fronteira entre a Tunísia e a Argélia

### CITAÇÃO

Duarte, LV (2017)

Do Atlas ao Saara: a geologia na fronteira entre a Tunísia e a Argélia, *Rev. Ciência Elem.*, V5(03):041. [doi.org/10.24927/rce2017.041](https://doi.org/10.24927/rce2017.041)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

20 de junho de 2017

### ACEITE EM

30 de junho de 2017

### PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Luís Vítor Duarte

MARE/ Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra  
lduarte@uct.uc.pt

Subjugados a um clima seco, os países do Maghreb inspiram-nos com magníficas paisagens, onde a morfologia e o *modus vivendi* das populações quase se confundem num horizonte particularmente áspero. Estas paragens, especialmente no bordo sul do Atlas, cordilheira que cruza três países do Norte de África (Marrocos, Argélia e Tunísia) – desde o Atlântico oriental até ao Golfo de Gabes –, têm sido cenário de muitos clássicos de Hollywood. Desta vez, caminhamos até às portas do deserto de areia do grande Saara, onde foi filmada uma parte muito relevante do *Paciente Inglês* (<https://www.youtube.com/watch?v=NuVPABWagV8>). Um filme de culto, galardoado pela Academia da capital do cinema que, para além de todo o enredo melodramático retrata, precisamente, a cartografia das zonas desérticas, protagonizada pela Real Sociedade de Geografia em plena Segunda Grande Guerra. Tentando retratar os países anglófonos do Egito e da Líbia são, no entanto, da região de Tozeur, no sudoeste da vizinha Tunísia, “gaulesa”, as belas imagens que passam para a tela cinematográfica. Contudo, apesar de toda esta grandeza, mais surpreendidos ficamos com a visita real a alguns locais desta região, próxima da fronteira com a Argélia. Onde pontificam locais tão arrebatadores do ponto de vista geomorfológico, como Tamerza, Chebika ou Chott El Djerid. Entre gargantas, oásis, tamareiras, lagos salgados e pequenas dunas de areia<sup>1</sup>. Destas, as maiores e mais espetaculares, ficam um pouco mais para Sul.

A geologia está ao “virar da esquina”. Nas regiões desérticas, está em todo o lado, nos 360° que o círculo da visão nos proporciona. Por aqui, é só escolher o motivo, pois o azimute é simples de seguir para quem tenha o olho preparado e educado. Por uma questão de hierarquia, tem de se começar pelo suprássimo deste território: os lagos salgados, de gênese constante de alguns minerais de precipitação química, que são referência dos melhores compêndios de sedimentologia e de ambientes sedimentares atuais. Novamente, vem à memória o sempre Princípio do Uniformitarismo, que nos permite averiguar nos exemplos recentes a explicação mais adequada e convincente de muitos dos registos de sucessões evaporíticas (salíferas, gipsíferas, etc...), conhecidas de diversas idades e repartidas por todo o globo. A começar pela Formação de Dagorda (com a sua localidade tipo para os lados de Óbidos), da base do Jurássico português, “carregada” de gesso, que tem

nos modelos de sedimentação atual dos lagos salgados norte africanos uma das suas possíveis origens. Os clássicos ambientes de *sabkha*! Onde a pluviosidade é baixa. Mas chove! Havendo sais e alguma água na superfície, a evaporação faz grande parte do seu trabalho: a gênese de minerais como a halite, gesso ou a carnalite. Os tais minerais evaporíticos.

Entre os vários lagos salgados que abundam na região sobressai, desde logo pela sua dimensão, o Chott El Djerid. Um dos maiores do mundo! Uma imensidão de sais a perder de vista, qual bela miragem, pois é mesmo de água que falamos. Com importante recarga de água dos maciços rochosos circundantes, algumas áreas da superfície do lago são recobertas por crostas de sais, formando largas estruturas poligonais que resultam de fenómenos de dessecação e que se desenvolvem em períodos de maior estiagem (FIGURA 1)<sup>2</sup>. É neste tipo de contexto sedimentar que ocorrem as famosas e genuínas rosas do deserto, cristais de gesso combinados com areia em forma de pétala de flor, com as suas cores tipicamente “terrosas”. A imaginação dos nativos, à semelhança do que acontece com outras espécies minerais do Atlas marroquino, dá-lhes o colorido garrido, completamente artificial, que falta à paisagem (FIGURA 2). É a originalidade do povo norte africano no seu melhor.



FIGURA 1. O imenso Chott El Djerid: crostas hexagonais de sais que resultam de períodos de dessecação.



FIGURA 2. Rosas do deserto, contituídas por gesso (sulfato de cálcio hidratado) e areia, com "cores" para todos os gostos! Ótima imaginação.

Atravessando o Chott El Djerid em direção a Oeste, chega-se a Tamerza, conhecida pela sua antiga aldeia, quase fantasma, a testemunhar que, quando chove de verdade, os efeitos podem ser catastróficos. É nas imediações desta povoação que é conhecido o "grande" *canyon* da Tunísia, mas incomparavelmente menor do que o americano. Aqui, nas *gorges* de Tamerza, onde se contam algumas pequenas cascatas (FIGURA 3), as semelhanças são imensas com algumas das passagens do *Paciente Inglês*. A geologia é materializada por rochas sedimentares muito variadas, em camadas sub-horizontais, com forte continuidade lateral, cuja idade mais antiga remonta ao Cretácico Superior<sup>3</sup>. Entre elas, destacam-se umas rochas mais esbranquiçadas, os fosfatos, que dão nome a algumas minas da região. Mas, nesta ambiência árida, que já foi mar – o conhecido Tétis –, não falta novamente a paleta de cores, não só através das já expectáveis rosas do deserto pintadas como dos turbantes que se alinham no horizonte numa das zonas mais comerciais deste recanto geomorfológico da Tunísia.



FIGURA 3. As "paredes" da Grande Cascata de Tamerza. Rochas sedimentares estratificadas sub-horizontais datadas do Paleogénico.

No conjunto de geossítios de Tozeur selecionados, fica a faltar Chebika, que combina um pouco de tudo o que atrás foi narrado. A pouco menos de meia-dúzia de quilómetros de Tamerza, Chebika parece testemunhar melhor o confronto dos relevos do Sul do Atlas com a plataforma saariana. Na paisagem sobressaem estratos de rochas do Terciário (Paleogénico)<sup>4</sup>, não muito diferentes dos de Tamerza, mas aqui em posição vertical, denunciando que as forças tectónicas, orogénicas, não foram nada, mesmo nada leves (FIGURA 4). Afinal, o Atlas é exemplo e produto das forças compressivas mais marcantes do globo. A cortar estas estruturas, desenha-se um estreito riacho, inclinado e particularmente encaixado, com as sedutoras quedas de água, fatalmente refrescantes, pois o clima, por aqui, é bem ardente. Devido à constante humidade do solo, desenvolve-se um oásis luxuriante, igualmente estreito porque a morfologia não dá para mais. Mas o curso de água não vai longe. Morre, precisamente, na sua parte mais aplanada, quando atinge o lago salgado mais próximo.





FIGURA 4. Rochas sedimentares estratificadas sub-verticais (Paleogénico) a montante do oásis de Chebika.

Muita e generosa geologia! Acompanhada, aqui e ali, pelos sons de batuque, por encantadores de serpentes ou por vendedores de qualquer coisa. À hora da refeição, o indispensável cuscuz. Que é garantido. Ao fim da tarde, um *thé à la menthe*. Para nos fazer recordar o *Chá do Deserto* de Bertolucci, rodado em Ouarzazate, no lado mais oriental do Atlas e do Saara. Um ótimo motivo para uma das próximas incursões por outros lugares deste lado único do planeta Terra.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> WAELE *et al.* (2005). *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18, 221-230.
- <sup>2</sup> BRYANT *et al.* (1994). *Sedimentary Geology*, 90, 269-291.
- <sup>3</sup> ABDALLAH *et al.* (1995). *Cretaceous Research*, 16, 487-538
- <sup>4</sup> MESSADI *et al.* (2016). *Journal of African Earth Sciences*, 118, 205-230.

## Resina

in imagem.casadasciencias.org

### CITAÇÃO

Bismarck, M, Silva, RA (2017)  
Resina,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(03):042.  
[doi.org/10.24927/rce2017.042](https://doi.org/10.24927/rce2017.042)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

7 de setembro de 2017

### ACEITE EM

8 de setembro de 2017

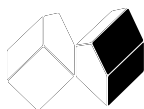
### PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



### “A bela e o monstro”

As imagens científicas tendem a ser, por im-  
perativo comunicacional, objectivas, claras e  
monossémicas, isto é, possuírem uma única  
leitura. Mas, como imagens que são, pos-  
suem outros atributos que envolvem o restri-  
to rigor da comunicação científica, acrescen-  
tando à imagem uma mais valia, um poder  
especial de atração do nosso olhar.

O pensamento (e a civilização) ocidental  
revê-se e constrói-se arquetipamente sobre a  
estranheza das dualidades, sobre os conflitos  
dos opostos mas também nas atrações dos  
contrários, na unidade e complementaridade  
das dicotomias. A vida e a morte (eros e tha-  
natos), o corpo e a mente, o bem e o mal, a ma-  
téria e o espírito, a forma e o fundo, o belo e o  
horrível, são exemplos de termos que, sendo  
opostos, se fundem e confundem numa ten-  
são comum. Na presença dos opostos, cada  
elemento potencia as suas características no  
confronto com o outro, necessitando cada um  
da presença do outro: assim são inseparáveis  
e assim coexistem. Assim é o mundo.

Esta é uma fotografia que mantém os atri-  
butos de objectividade da imagem (centrali-  
dade do enquadramento, iluminação cuidada,  
eficácia da focagem, clareza descritiva) mas  
que realça à nossa percepção esta conju-  
gação indivisível dos contrários: o opaco e o  
transparente, o rugoso e o polido, o brilhante  
e o turvo, a cor e a sua ausência, o escuro e o  
claro, as formas complexas e as formas sim-  
ples, o irregular e a geometria.

Tanta tensão e complexidade numa ima-  
gem aparentemente tão “simples”.

Mário Bismarck  
Belas Artes/ Universidade do Porto  
[malmeida@fba.up.pt](mailto:malmeida@fba.up.pt)

Quando me falam em resina vem-me de ime-  
diato à memória a imagem de pinheiros no  
tronco dos quais tinham sido inseridas, atra-  
vés de um corte (ferida), pequenos “púca-  
ros” de barro onde se acumulava resina que  
brotava dessas plantas. Essa imagem, tão  
comum nos pinhais desde o final do século  
XIX até ao final dos anos 70 do século pas-  
sado (quando Portugal era o segundo maior  
produtor mundial), era a da então designada  
resina-de-pinheiro.

No entanto, a resina não é exclusiva das  
Gimnospérmicas arbóreas conhecidas como  
Coníferas, podendo ser encontrada noutras  
espécies, incluindo angiospérmicas, nomea-  
damente em *Myroxylon* sp., *Pistacia lentis-  
cus* (lentisco ou aroeira), *Acer* sp., etc.

A resina da imagem é a resina de um pi-  
nheiro, que é a mais procurada para fins in-  
dustriais e químicos, de onde se pode obter a  
aguarrás e o pez os quais podem ser usados  
na produção de inúmeros produtos e seus  
derivados, tais como: colas, gomas, graxas,  
lacas, terebentina, vernizes, etc.

Mas o que é então a resina? Trata-se de  
um líquido mais ou menos viscoso, em geral  
transparente e muito pegajoso, quase sem  
cor podendo ir até um amarelo acastanhado,  
de cheiro característico, que árvores resi-  
nosas, como os pinheiros, produzem no seu  
interior quando sofrem algum dano ou ferida  
no tronco.

Estes fluidos, compostos por terpenos e  
seus derivados (incluindo óleos e álcoois),  
são produzidos naturalmente, em canais  
resiníferos, isto é, em tecidos secretores in-  
tercelulares onde se acumulam, tendo por  
missão selar feridas e impedindo os ataques  
de fungos e de insectos fitófagos.

A resina mais famosa será o designado Âmbar, uma pedra semipreciosa. Composta por resina vegetal fossilizada proveniente de restos de coníferas e de algumas angiospérmicas.

Rubim Almeida Silva  
Ciências/ Universidade do Porto



## Notícias

### CITAÇÃO

Rev. Ciência Elem. 2017 Mar; V5(03)  
[doi.org/10.24927/rce2017.043](https://doi.org/10.24927/rce2017.043)

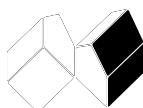
### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



### A sonda Cassini caiu em Saturno Chegou ao fim uma aventura com 20 anos

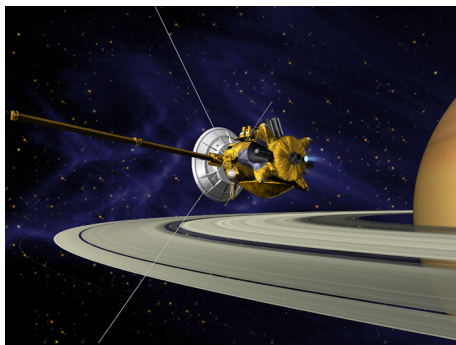


FIGURA 1. Sonda Cassini na órbita de Saturno  
(fonte: <https://www.jpl.nasa.gov/missions/cassini-huygens/>).

A NASA precipitou a sonda Cassini em Saturno no dia 15 de setembro, pulverizando-se com a entrada na atmosfera daquele planeta. Esta sonda fora lançada em 1997, chegou em 2004 a Saturno e foi mantida em atividade durante 20 anos, enviando regularmente para a Terra dados importantes. A enorme distância ao Sol, não permitiria a captação fotovoltaica suficiente de energia solar pelo que a sonda era alimentada por geradores termoelétricos de radioisótopos, usando o calor produzido por 33kg de plutónio-238. Como propulsor, usava hidrogénio líquido, que estava a esgotar-se. Os cientistas receavam que ela pudesse vir a cair numa das luas de Saturno, especialmente, Titã e Encélado. Tendo estes satélites condições favoráveis à aparição de vida, quis-se evitar o risco de contaminação. Por outro lado, a missão

suicida final da Cassini permitiu recolher dados inéditos sobre a sua atmosfera. Deve lembrar-se que a Cassini teve associada a sonda Huygens criada pela Agência Espacial Europeia, ESA, que foi lançada sobre Titã no dia de Natal de 2004.

### Novo adesivo inspirado numa lesma Adesivo poderá ser utilizado no corpo humano



FIGURA 1. O muco da lesma.

Para garantir a aderência a superfícies molhadas, cientistas encontraram inspiração no muco produzido por uma lesma comum. Encontrar uma boa cola é uma tarefa muito difícil, especialmente se a queremos aplicar no interior do corpo humano. Tem de aderir a materiais molhados, tem de manter a elasticidade e não pode ser tóxica nem ser rejeitada. Inspirado no rasto mucoso deixado na passagem de uma lesma comum (*Arion subfuscus*) foi agora proposto um adesivo que foi já testado no coração de um porco. O adesivo foi usado sobre o tecido ensanguentado e manteve a sua aderência depois de dezenas

de milhar de pulsações do coração. Outros animais marinhos como o mexilhão têm atraído a atenção pela sua capacidade de se fixarem em ambientes molhados.

A diferença entre o muco não adesivo segregado por moluscos e o gel semelhante, mas fortemente adesivo é a existência de proteínas específicas. Se extraídas e purificadas, estas proteínas induzem a gelificação ou o endurecimento de agar ou pectina. Está em curso trabalho para determinar a estrutura destas proteínas e para elucidar o seu mecanismo de ação.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> LI, J, *et al.* *Tough adhesives for diverse wet surfaces.* *Science*, Vol. 357, July 28, 2017. doi: [10.1126/science.aah6362](https://doi.org/10.1126/science.aah6362).

## Prémio da Fundação Robert A. Welch distingue criador das baterias Goodenough

O químico J. B. Goodenough mantém-se ativo aos 95 anos

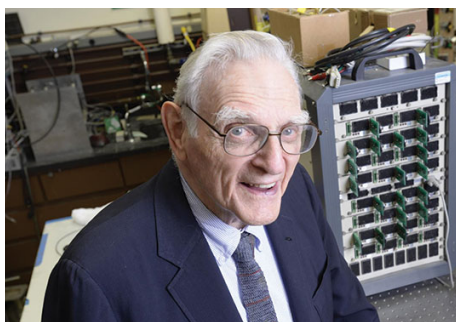


FIGURA 1. J. B. Goodenough.

O químico J. B. Goodenough mantém-se ativo aos 95 anos e recebeu agora o prémio da Fundação Robert A. Welch (US\$500 000) pelas suas “contribuições para a química e a humanidade”. O seu trabalho como professor de Química Inorgânica na Universidade de Oxford na década de 1970 abriu o caminho para as baterias que usamos hoje nos dispositivos electrónicos móveis. Foi ele que mostrou como o óxido de cobalto e lítio podia ser usado no cátodo de uma bateria com vida longa e alta capacidade de armazenamento de energia. Com um ânodo de grafite com lítio intercalado, as baterias de Goodenough estão hoje generalizadas nos equipamentos portáteis.

A investigação nesta área mantém-se muito ativa porque estas baterias vão ser necessárias para inovações na nossa vida diária que vão desde os automóveis elétricos até à reserva de energia renovável nas nossas casas. Todos os dias aparecem notícias que vão desde novos materiais orgânicos até nanopartículas de compósitos de silício e metais.



FIGURA 2. Placa comemorativa na Universidade de Oxford, que assinala os 30 anos da descoberta que possibilitou o desenvolvimento da bateria de iões de lítio.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> PENG, C, NING, GH, SU, J, ZHONG, G, TANG, W, TIAN, B, SU, C, YU, D, ZU, L, YANG, J, NG, M, HU, YS, YANG, Y, ARMAND, M, LOH, KP. *Reversible multi-electron redox chemistry of -conjugated*

*N-containing heteroaromatic molecule-based organic cathodes*. Nature Energy, 2017; 2 (7): 17074 DOI: [10.1038/nenergy.2017.74](https://doi.org/10.1038/nenergy.2017.74)  
<sup>2</sup> FUKATA, N, MITOME, M, BANDO, Y, WU, W, WANG, ZL. *Lithium ion battery anodes using Si-Fe based nanocomposite structures*. Nano Energy, 2016; 26: 37 DOI: [10.1016/j.nanoen.2016.05.007](https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2016.05.007)

# Tensor métrico

Orfeu Bertolami\*, Cláudio Gomes

Departamento de Física e Astronomia, FCUP/ CFP/ Universidade do Porto

\* orfeu.bertolami@fc.up.pt

## CITAÇÃO

Bertolami, O, Gomes, C (2017)  
Tensor métrico,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(03):044.  
[doi.org/10.24927/rce2017.044](https://doi.org/10.24927/rce2017.044)

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

17 de julho de 2017

## ACEITE EM

5 de setembro de 2017

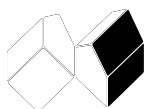
## PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



O tensor métrico, ou métrica, é o objeto matemático bilinear não-degenerado que generaliza a definição de produto escalar entre dois vetores tangentes a um ponto numa variedade que não precisa de ser Euclideana, permitindo assim definir distâncias numa dada geometria. A métrica admite uma representação matricial, isto é, pode ser escrita como uma matriz simétrica  $n \times n$ , em que  $n$  é a dimensão do espaço<sup>1</sup>.

Este objeto tem um papel central na Teoria da Relatividade Geral (TRG), pois é a incógnita das equações de campo desta teoria da [gravitação](#)<sup>2</sup>. A métrica corresponde a geometrias do espaço-tempo muito específicas, por exemplo: a métrica de Minkowski descreve um espaço-tempo onde a geometria é plana; a métrica de Friedmann-Robertson-Walker um espaço-tempo homogéneo e isotrópico em expansão (o nome Lemaître pode ser também incluído quando as equações de campo de Einstein incluírem um termo de constante cosmológica); as métricas de Schwarzschild e de Kerr são usadas para espaços-tempo gerados por objetos esféricos (buracos negros) sem carga eletromagnética sem e com rotação, respetivamente<sup>1</sup>.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> INVERNO, R, *Introducing Einstein's Relativity*, (Oxford University Press 1992).

<sup>2</sup> EINSTEIN, A, *O Significado da Relatividade*, (Ed. Gradiva 2003).



# Radiação cósmica de fundo

## CITAÇÃO

Bertolami, O, Gomes, C (2017)  
Radiação cósmica de fundo,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(03):045.  
[doi.org/10.24927/rce2017.045](https://doi.org/10.24927/rce2017.045)

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

17 de julho de 2017

## ACEITE EM

5 de setembro de 2017

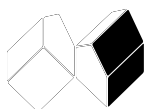
## PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Orfeu Bertolami\*, Cláudio Gomes

Departamento de Física e Astronomia, FCUP/ CFP/ Universidade do Porto

\* [orfeu.bertolami@fc.up.pt](mailto:orfeu.bertolami@fc.up.pt)

**A Radiação Cósmica de Fundo (RCF) é uma radiação fóssil, observada na região de micro-ondas do espectro eletromagnético, por ser um remanescente do Universo 375 mil anos após o Big Bang e a sua estrutura revela com grande riqueza de detalhes a história do Cosmos<sup>1</sup>.**

Em 1965, Arno Penzias e Robert Wilson, nos Laboratórios Bell nos EUA, descobriram a RCF através da deteção de um ruído numa radioantena que persistia apesar de uma cuidadosa inspeção do equipamento. Esta radiação foi uma peça-chave na corroboração da teoria do Big Bang, e tem sido estudada por vários satélites espaciais, como o COBE, o WMAP e o Planck, uma vez que é extremamente rica em informação e permite determinar muitas propriedades do Universo e o seu conteúdo. Através da RCF sabemos que a geometria do Universo (este é quadri-dimensional, isto é, tem 3 dimensões espaciais e 1 temporal), correspondente à parte espacial é plana. Esta radiação permite-nos também estimar, com base na teoria da gravitação de Einstein e observações de supernovas distantes, que cerca de 68% da energia do Universo está distribuída de forma ténue e uniforme por toda a parte, e que por não se manifestar luminosamente, é designada por energia escura, assim como também se consegue inferir que existe mais matéria que a conhecida: a matéria escura.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> WEINBERG, S, *Os Três Primeiros Minutos* (Ed. Gradiva 1987).

# — Teoria da Relatividade Geral

## CITAÇÃO

Bertolami, O, Gomes, C (2017)  
Teoria da Relatividade Geral,  
*Rev. Ciência Elem.*, V5(03):046.  
[doi.org/10.24927/rce2017.046](https://doi.org/10.24927/rce2017.046)

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

17 de julho de 2017

## ACEITE EM

5 de setembro de 2017

## PUBLICADO EM

30 de setembro de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Orfeu Bertolami\*, Cláudio Gomes

Departamento de Física e Astronomia, FCUP/ CFP/ Universidade do Porto

\* [orfeu.bertolami@fc.up.pt](mailto:orfeu.bertolami@fc.up.pt)

**A Teoria da Relatividade Geral (TRG) é a teoria do espaço-tempo e da gravitação proposta por Einstein em 1915. Nesta teoria, um objeto com massa deforma o espaço-tempo circundante. Adicionalmente, o tensor métrico, que é a incógnita das equações de campo da teoria, permite determinar as propriedades geométricas do espaço-tempo<sup>1, 2</sup>.**

A TRG explica a precessão do periélio de Mercúrio e foi primeiramente testada por meio da medição do desvio da luz de estrelas na vizinhança do Sol no eclipse solar total a 29 de maio de 1919 na ilha de Príncipe e na região brasileira de Sobral. Desde então, vários outros testes, designadamente ao nível do sistema solar têm sido conduzidos e comprovado a sua precisão<sup>3, 4</sup>, pelo que é considerada a teoria padrão da interação gravitacional, sendo, por exemplo, usada nos sistema de GPS e para estudar buracos negros, a evolução do Universo e os seus componentes.

Em 1916 Einstein previu a existência de distorções no espaço-tempo, na TRG, que se propagavam com a velocidade da luz, denominadas ondas gravitacionais, que foram detetadas indiretamente por Hulse e Taylor em 1974 através da perda de energia do binário PSR 1913+16 e diretamente pela colaboração LIGO em 2015 através da colisão e fusão de dois buracos negros resultando num novo buraco negro de maior massa<sup>5, 6</sup>.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup> EINSTEIN, E, O Significado da Relatividade (Ed. Gradiva 2003).

<sup>2</sup> WEINBERG, S, *Os Três Primeiros Minutos* (Ed. Gradiva 1987).

<sup>3</sup> WILL, CM, *The Confrontation between General Relativity and Experiment*, Living Reviews in Relativity, 17 (2014), 4.

<sup>4</sup> BERTOLAMI, O, PÁRAMOS, J, *Springer Spacetime Handbook*, Springer U.S.A. (2014) [arXiv:1212.2177 [gr-qc]].

<sup>5</sup> ABBOTT, BP, *et al.* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), Observation of Gravitational Waves from a binary black hole merger, Phys. Rev. Lett. 116, 061102 (2016).

<sup>6</sup> Direct Observation of Gravitational Waves (Educator's Guide), LIGO's Educational Resources, <http://www.ligo.org/>.

## Piolho

Neuza Lima\*<sup>†</sup>, Suzete Gomes<sup>‡</sup>, Cláudio Gomes<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Instituto de Biologia/ Universidade Federal Fluminense, Brasil

<sup>‡</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

\* [rejane\\_lima@id.uff.br](mailto:rejane_lima@id.uff.br)

### CITAÇÃO

Lima, NRW, Gomes, SAO, Ferreira. PM (2017)

Piolho,

*Rev. Ciência Elem.* 2017 Mar; V5(03)

[doi.org/10.24927/rce2017.047](https://doi.org/10.24927/rce2017.047)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

12 de fevereiro de 2017

### ACEITE EM

03 de março de 2017

### PUBLICADO EM

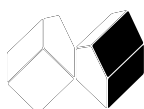
31 de março de 2017

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Os piolhos são insetos (artrópodes) ápteros que reúnem cerca de 3.540 espécies. Eles só são transmitidos através do contato entre pelos, no caso dos mamíferos, ou entre penas, no caso das aves, entre os nossos cabelos ou corpos, ou, ainda, através de objetos como pentes, travesseiros e roupas, não estando necessariamente associado à falta de higiene. São parasitas obrigatórios, não sobrevivendo fora do seu hospedeiro. A história dos piolhos é rica de factos, tais como indicar quando provavelmente passamos a usar roupas ou quando nos separamos de outros primatas em termos filogenéticos. O conhecimento de sua relação com as aves e os mamíferos, e possivelmente com os Pterossauros, e também entre os primatas, tem importância em diferentes áreas: antropologia, ecologia parasitária, medicina, paleontologia e veterinária

Piolhos são insetos que pertencem à Ordem *Phthiraptera* que em latim quer dizer achatado (*phthirus*) + sem (*a*) + asa (*ptera*).

O conhecimento da relação dos piolhos com as aves e os mamíferos tem importância em diferentes áreas do conhecimento tais como antropologia, ecologia parasitária, medicina, paleontologia e veterinária (Lima et al., 2016; Lima et al., 2017).

Esses insetos que surgiram no Cretáceo, entre 145 milhões e 65,5 milhões de anos, hoje infestam aves e mamíferos em todo mundo e em vários ambientes, inclusive em mamíferos que habitam ambientes marinhos (foca e leão-marinho) e dulciaquícola (lontra) (Johnson, 2004; Triplehorn e Johnson, 2011).

Devido à sobreposição de coexistência temporal entre dinossauro e piolhos, acredita-se que estes tenham infestado os Pterossauros, uma ordem extinta da classe Reptilia ou Sauropsida (Triplehorn e Johnson, 2011).

Os piolhos são oriundos de origens múltiplas (Johnson, 2004; Light, 2010; Smith, 2011) e subdivididos em dois grupos, segundo o hábito alimentar, e em quatro subordens (Quadro 1).

QUADRO 1. Grupos taxonômicos de piolhos e seus hospedeiros.

Hábito alimentar	Subordem	Hospedeiros
Mastigadores (2.500 espécies)	<i>Amblycera</i> <i>Ischnocera</i> <i>Rhynchophthirina</i>	Aves & Mamíferos

Sugadores (540 espécies)	<i>Anoplura</i>	Somente Mamíferos
-----------------------------	-----------------	----------------------

Os piolhos que possuem estruturas bucais, chamadas de mandíbulas, são denominados mastigadores. As mandíbulas permitem que estes insetos se alimentem de pele e sua gordura, de penas ou pelos de seus hospedeiros.

Por outro lado, os piolhos que possuem estrutura bucal chamada probóscide são denominados sugadores. Esta estrutura, semelhante a uma tromba, penetra na pele do hospedeiro e através do estilete obtém o alimento diretamente dos vasos sanguíneos dos hospedeiros, entre 4 a 5 vezes por dia.

Os piolhos localizam os hospedeiros pelo calor emanado através de suas próprias antenas. Eles são parasitas obrigatórios e não conseguem viver fora do corpo do hospedeiro.

Triplehorn e Johnson (2011) relataram que, atualmente, existiria uma sub-espécie de piolhos que especificamente infestam o corpo do ser humano (Figura 1), *Pediculus humanus humanus* Charles De Geer, 1767, e outra sub-espécie de piolho que infesta somente a cabeça do homem, *Pediculus humanus captis* Linnaeus, 1758.



FIGURA 1. Foto de uma fêmea de *Pediculus humanus* cheia de sangue (3mm de comprimento) sob a pele de uma pessoa (imagem cedida por James Gathany).

Controvérsia sobre a existência de uma ou duas espécies de piolho do gênero *Pediculus* que infestavam o corpo e a cabeça do ser humano perdura por cerca de 250 anos (Leo *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2010). Análises do DNA contido nas mitocôndrias sugerem que os piolhos do corpo e da cabeça seriam da mesma espécie por serem geneticamente semelhantes. Leo e seus colaboradores publicaram em 2002 um estudo de genética populacional de 56 exemplares de piolhos que infestavam a cabeça (28 espécimes) e o corpo (28 espécimes) de pessoas de nove países (Austrália, China, Hungria, Israel, Japão, Quênia, Nova Zelândia, Páua Nova Guiné, e E. U. A.) e descreveram que não há distinção taxonômica entre esses dois tipos de piolhos.

Entretanto, em outro trabalho publicado por Leo e seus colaboradores em 2005 (Leo et al., 2005), a questão foi abordada em diferentes moldes quando eles afirmaram que, através de novos estudos genéticos, os piolhos que infestam nossas cabeças e nossos corpos não são coespecíficos, isto é não pertencem mesma espécie.

Acredita-se que o primeiro piolho do corpo surgiu primeiramente em seres humanos que habitavam a África há cerca de 170 mil anos, possivelmente quando foram inventadas as roupas (Toups, 2011). Essa estimativa temporal foi obtida através do estudo comparativo da taxa de mutação no DNA mitocondrial dos piolhos que infestam o nosso corpo e a nossa cabeça. Essa taxa de mutação é considerada como um “relógio biológico” que permite cronometrar temporalmente os eventos evolutivos de uma espécie e estimar relações filogenéticas entre espécies.

A segunda espécie de piolho que infesta o ser humano, *Pthirus pubis* (Linnaeus 1758), originalmente denominado de *Pediculus pubis* Linnaeus, 1758, é arredondado (Figura 2) se aloja na região pubiana e se associa aos pelos que contornam a vagina, o pênis e a região anal (Reinhard e Chaney, 2009). Ele pode também infestar os cílios, as sobrancelhas, a barba e os pelos das axilas. Esse tipo de piolho é chamado de “chato” pelos brasileiros e portugueses e de “crablouse” (piolho caranguejo) pelas pessoas que falam a língua inglesa.



FIGURA 2. Foto de um piolho adulto que infesta a região pubiana de humanos *Pthirus pubis* (2 mm de comprimento). Foto cedida por Anderson e Chaney (2009).

O tamanho do piolho de cabeça varia entre 0,5 e 3 mm, dependendo da sua fase de crescimento e da sua espécie, sendo os machos um pouco menores que as fêmeas. Os machos são desprovidos da fenda abdominal presente nas fêmeas.

Os piolhos de cabeça vivem entre 33 e 35 dias e passam por 3 etapas fundamentais no ciclo de vida (Quadro 2). Os piolhos pubianos vivem entre 22 e 27 dias e também passam por 3 etapas fundamentais no ciclo de vida (Quadro 3). Esses possuem tempo de média de vida de 22 dias para os machos e de 27 dias para as fêmeas.

QUADRO 2. Etapa do ciclo de vida do piolho de cabeça do ser humano.

<b>Etapas</b>	<b>Fase da Vida</b>	<b>Duração em dias</b>	<b>Características</b>
1	Lêndeas	Até o 7º.	Ficam grudadas na base dos fios dos cabelos e podem ser confundidas com caspas.
2	Ninfas	Até o 16º.	Piolhos recém-nascidos que passam por três estágios de desenvolvimento.  São invisíveis para o olho humano devido ao tamanho (1 mm de comprimento) e cor bege, ficando amarronzadas depois de se alimentar de sangue.
3	Adultos	Até o 35º.	Os machos cruzam com várias fêmeas.  As fêmeas depositam de 4 a 8 ovos durante 3 semanas podendo dar origem até 120 ovos ao longo da vida.

Os ovos dos piolhos têm cerca de 1 mm e são conhecidos como lêndeas. Essas são depositadas pelos piolhos nas penas ou nos pelos em regiões próximas à pele dos animais.

As fotos de lêndeas de piolho de cabeça que estavam em cabelos de múmias peruanas de pessoas que viveram a cerca de 1500 anos atrás revelam que a infestação por piolhos nas Américas ocorreu antes da chegada dos europeus (Rick, 2002; Leo e Buikstra, 2003; Figuras 3 e 4).

Também foram encontrados piolhos pubianos nas múmias. Essas fotos em microscópio eletrônico foram registradas por Nicole Searcey e cedidas pelo professor Karl Jan Reinhard, ambos da Universidade de Nebraska, Estados Unidos.

Diferente do que muitas pessoas acreditam a infestação e proliferação de piolhos não está, necessariamente, associada à falta de higiene, e sim, à possibilidade de transmissão de um indivíduo para outro e à suscetibilidade de cada um. Porém, no caso do piolho de corpo que infesta o homem a proliferação é consequência da falta de lavagem de roupas.

QUADRO 3. Etapa do ciclo de vida do piolho pubiano do ser humano.

Etapas	Fase da Vida	Duração em dias	Características
1	Lêndeas	Até o 8º.	Possuem 1mm de comprimento e ficam grudados na base dos pelos na região urogenital, podendo também infestar a barbas, os cílios, as sobrancelhas e os pelos das axilas.
2	Ninfas	Até o 17º.	Piolhos recém-nascidos que passam por três estágios de desenvolvimento.  São invisíveis para o olho humano devido ao tamanho e a coloração branco-acinzentada, ficando amarronzadas depois de se alimentar de sangue.
3	Adultos	Até o 27º.	Os machos cruzam com várias fêmeas.  As fêmeas depositam de 4 a 8 ovos durante duas semanas podendo dar origem até 150ovos ao longo da vida.

Possuir cabelos lisos e longos e exalar feromônio do tipo cairomônio que causa atração à espécie receptora, no caso os piolhos, também favorecem a pediculose.

A pediculose, ou seja, a infestação por piolhos pode causar coceiras severas que podem dar origem a feridas e infecções secundárias por bactérias e fungos.

As infestações intensas podem causar febre e propiciar a transmissão de bactérias presentes nas fezes dos piolhos quando estas entram em contato com as feridas abertas na pele devido à coceira decorrente da picada.

As bactérias presentes nas fezes dos piolhos são:

- *Rickettsia prowazekii* - Gram-negativa parasita intracelular obrigatória que causa o tifo e foi descoberta pelo investigador brasileiro Henrique da Rocha Lima em 1919;
- *Bartonella quintana* - Gram-negativa, intracelular facultativa que causa a Febre das Trincheiras, também conhecida como Febre dos Cinco Dias ou Febre Quintana. Foi inicialmente descrita como *Rickettsia quintana* por Schmincke em 1917 e, posteriormente, renomeada por Brenner et al. (1993).

A *B. quintana* é transmitida tanto pelo piolho de corpo do homem como gato. Essa bactéria só é eliminada das roupas dos doentes através da fervura ou quando se passar ferro muito quente na roupa, ou seja, a partir da exposição das roupas a temperaturas superiores a 50 graus C.

Tanto o tifo como a febre das trincheiras cometeu a morte de muitos soldados na Pri-

meira e na Segunda Guerra Mundial. Tem sido documentado que o tifo ocorre em grandes campanhas militares, como nas Guerras Napoleônicas e nas prisões, de um modo geral.

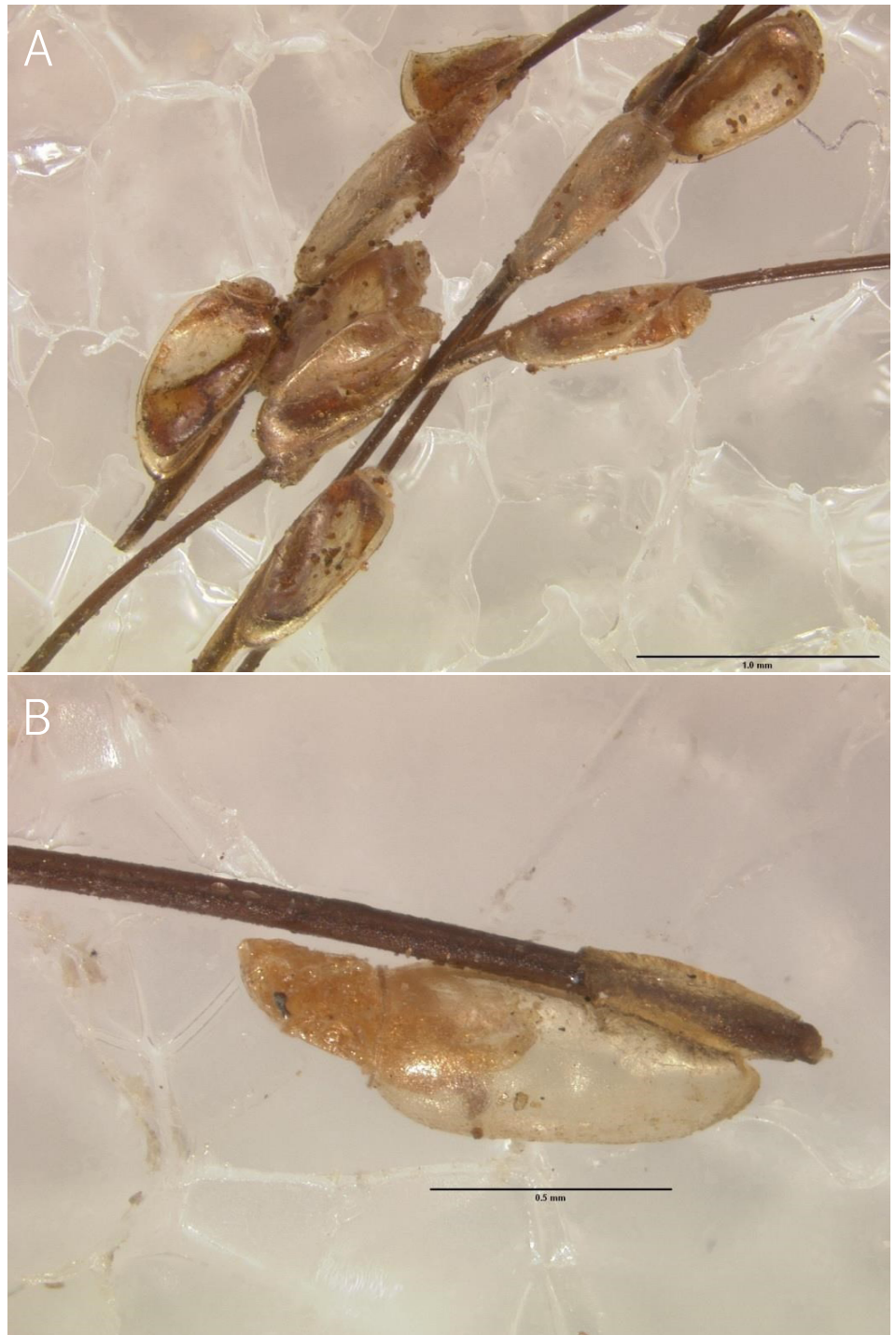


FIGURA 3. Fotos de várias lândeas fixadas em fios de cabelo de múmias peruanas em (A) e de uma lândea com um piolho que estava nascendo (B). As barras das escalas são em (A):1mm e em (B): 0,5mm.

O piolho é fiel à sua espécie de hospedeiro devido à associação estreita entre o tipo e tamanho da garra presente nas suas pontas das pernas e a espessura do pelo ou pena da espécie que ele infesta. Porém, uma mesma espécie de piolho pode infestar hospedeiros aparentados. Por exemplo, o piolho que infesta os paquidermes (*Haematomyzus elephantis* Piaget, 1869) infestam tanto no corpo do elefante africano de savana (*Loxo-*



*donta africana* Blumenbach, 1797) como no corpo dos elefantes africanos de floresta (*Loxodonta cyclotis* (Matschie, 1900)).

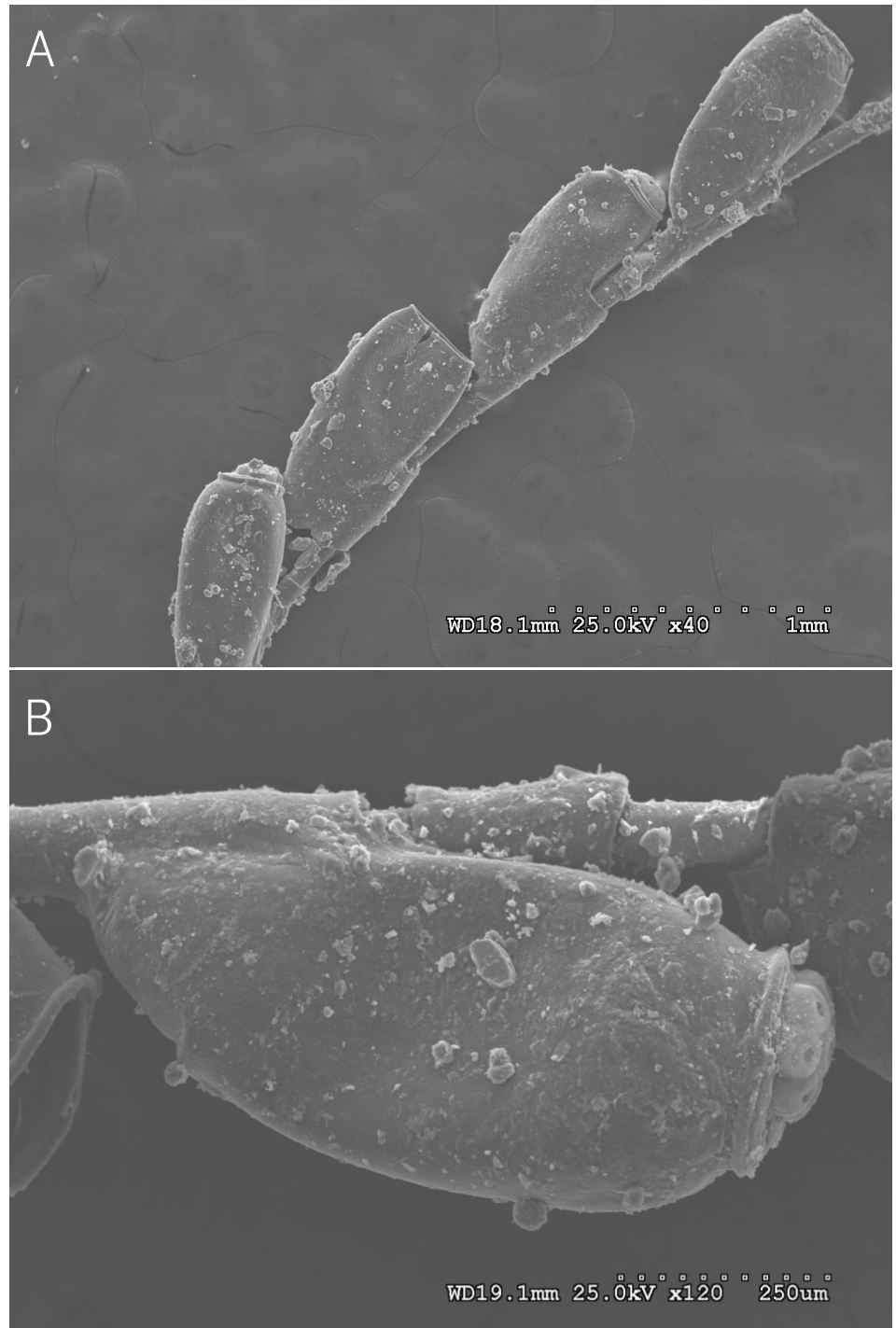


FIGURA 4. Lêndeas fixadas em fios de cabelos de múmias peruanas evidenciando em (A) ausência e presença de opérculos na extremidade, e em (B) observa-se o opérculo fechando a lêndea e a sua fixação no fio. Escala: em (A) 1mm; em (B) 0,250mm

A relação entre primatas e entre seus piolhos também foi abordada utilizando “relógio biológico” (Weiss, 2010). Com base nas análises do DNA mitocondrial verificou-se que a separação do homem e do chimpanzé (*Pan troglodytes* (Blumenbach, 1776)) ocorreu há cerca de seis milhões de anos, enquanto que o piolho que infesta a nossa cabeça teria se separado definitivamente da espécie de piolho que infesta o chimpanzé (*Pediculus*

*schaeffi* Fahrenholz, 1910) há cerca de cinco milhões e meio de anos, isto é, quase ao mesmo tempo em termo paleontológico.

Também existe uma relação filogenética entre o piolho do gorila (*Pthirus gorillae* Ewing, 1927) e o piolho pubiano do homem. Atualmente, essas espécies de piolho são as únicas do gênero e a separação entre elas ocorreu há cerca de três milhões de anos, apesar da distância filogenética entre o homem e o gorila (*Gorilla gorilla gorilla* Savage, 1847) ter ocorrido a cerca de 12 milhões de anos atrás. Desse modo, há de se supor que o homem contraiu o piolho do gorila que neste caso, infesta todo o corpo do animal.

Para se livrarem dos piolhos os seres humanos podem se lançar mão de substância aplicáveis nos cabelos que são muito tóxicas e não recomendáveis como o DDT (na Europa) e o querosene (no Brasil) (Lima et al., 2015; Lima et al., 2017). Os tratamentos mais indicados envolvem os shampoos que matam os piolhos e também de substâncias como o vinagre diluído que ajuda a dissolver a cimentina, a substância que fixa a lêndea aos fios de cabelo e auxiliam na remoção destas.

O DDT foi muito tempo útil para controlar a pediculose na Europa e em outros países. Hoje o uso dessa substância é proibido. O mesmo se dá para o uso do querosene pelos brasileiros. Em substituição, pode-se, através de prescrição médica, tomar remédios contendo a ivermectina que induz a paralisia tônica muscular em insetos e vermes (Anderson e Chaney, 2009; Strycharz et al., 2011; Chhaiyaa et al., 2012).

Para eliminar o piolho pubiano recomenda a remoção dos pelos da vagina ou pênis. Caso a infestação desse tipo de piolho ocorra acidentalmente na barba, nos pelos das axilas ou nas sobrancelhas, a remoção destes pelos também é recomendada. Por último, na infestação acidental do piolho pubiano nos cílios e sobrancelhas pode-se utilizar a piça ou escova de dente com mateiga ou maionese para remoção das lêndeadas (Figueiredo, 2013; Lima et al., 2015; Lima et al., 2016).

Os tratamentos químicos para combater o piolho pubiano envolvem agentes tópicos como a Permetrina ou a Piretrina com Butóxido de piperonila ou ainda o Lindano, que é considerado como um tratamento de secundário porque não deve ser usado por pessoas que têm dermatite grave, são mulheres grávidas ou lactantes ou ainda são crianças com menos de dois anos de idade devido aos riscos de causar convulsão (Figueiredo, 2013).

Desde a antiguidade o ser humano lança mão dos pentes finos manufaturados por diferentes materiais (madeira, prata, bambu, osso, plástico) para remoção dos piolhos dos cabelos (Mumcuoglu, 2008). Atualmente, o pente elétrico tem se mostrado promissor no combate desse parasita que, possivelmente, só desaparecerá com a nossa extinção.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> ANDERSON, LA, CHANEY, E, *Pubic Lice (Pthirus pubis): History, Biology and Treatment vs. Knowledge and Beliefs of US College Students International*. Journal of Environmental. Research. Public Health, volume 6, p. 592-600, 2009.
- <sup>2</sup> BRENNER, DJ, O'CONNOR, SP, WINKLER, HH, STEIGERWAL, AG, *Proposals to unify the genera Bartonella and Rochalimaea, with descriptions of Bartonella quintana comb. nov., Bartonella vinsonii and to remove the family Bartonellaceae from the order Rickettsiales*. International Journal of Systematic Bacteriology, volume 43, p. 777-86, 1993.
- <sup>3</sup> CHHAIYAA, SB, MEHTA, BC, KATARIA, BC, *Ivermectin: pharmacology and therapeutic applications*. International Journal of Basic & Clinical Pharmacology, volume 1, p. 132-135, 2012.
- <sup>4</sup> FIGUEIREDO, TIC, *Pediculose*. Dissertação de Mestrado. Universidade Fernando Pessoa, Porto,

Portugal. 48p.

- <sup>5</sup> JOHNSON, KP, *Multiple origins of parasitism in lice*. Proceeding of the Royal Society of London B., volume 271, p. 1771-1776, 2004.
- <sup>6</sup> LEO, NP, CAMPBELL, NJH, YANG, X, MUMCUOGLU, KY, BARKER, SC, *Evidence from mitochondrial DNA that the head lice and the body lice of humans (Phthiraptera: Pediculidae) are conspecific*. Journal of Medical Entomology, volume 39, p. 662-666, 2002.
- <sup>7</sup> LEO, KJ, BUIKSTRA, J, *Louse infestation of the Chiribaya Culture, Southern Peru: variation in prevalence by age and sex*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, volume 98, p. 173-179, 2003.
- <sup>8</sup> LEO, NP, HUGHES, JM, YANG, X, POUDEL, SKS, BROGDON, WG, BARKER, SC, *The head and body lice of humans are genetically distinct (Insecta: Phthiraptera, Pediculidae): evidence from double infestations*. Heredity, volume 95, p. 34-40, 2005.
- <sup>9</sup> LI, W, ORTIZ, W, FOUNIER, PE, GIMENEZ, G, REED, DL, PITTENDRIGH, R, D, *Genotyping of human lice suggested multiple emergences of body lice from local head louse population*. Plos Neglected Tropical Diseases, volume 4, e641. 2010.
- <sup>10</sup> LIGTH, JE, *Evolutionary history of mammalian sucking lice (Phthiraptera: Anoplura)*. Evolutionary Biology, volume 10, p. 292-306, 2010.
- <sup>11</sup> LIMA, NRW, GOMES, SAO, MARINHO, PF, *Piolho: fazendo a cabeça*. EDUFF, Rio de Janeiro, 2016.
- <sup>12</sup> LIMA, NRW, GOMES, SAO, MARINHO, PF, *Lice: using your head*. EDUFF, Rio de Janeiro, 2017. Acesso gratuito do E-book em: <http://www.eduff.uff.br/index.php/livros/564-lice-using-your-head-piolhos-fazendo-a-cabeca>
- <sup>13</sup> MUMCUOGLU, KY, *The louse comb: past and present*. American Entomologist, volume 54, p.164-166, 2008.
- <sup>14</sup> REINHARD, ALA, CHANEY, E *Pubic Lice (Pthirus pubis): History, biology and treatment vs. knowledge and beliefs of US College Students International*. Journal of Environmental Research. Public Health, volume 6, p. 592-600; 2009.
- <sup>15</sup> RICK, FM, ROCHA, GC, DITTMAR, K, COIMBRA, CE, BOUCHET, RK, FERREIRA LF, ARAÚJO A, *Crab louse infestation in pre-Columbian America*. Journal of Parasitology, volume 88, p. 1266-1267, 2002.
- <sup>16</sup> SMITH, VS *Multiple lineages of lice pass through the K-Pg boundary*. Biological Letters, volume 7, p. 782-785, 2011.
- <sup>17</sup> STRYCHARZ, JP, BERGE, NM, ALVES, AM, CLARK, JM, *Ivermectin acts as a post eclosion nymphicide by reducing blood feeding of human head lice (Anoplura: Pediculidae) that hatched from treated eggs*. Journal of Medical Entomologist, volume 48, p. 1174-1182, 2011.
- <sup>18</sup> TOUPS, MA, *Origin of Clothing Lice Indicates Early Clothing Use by Anatomically Modern Humans in Africa*. Molecular Biology and Evolution, volume 28, p. 29-32, 2011.
- <sup>19</sup> TRIPLEHORN, CA, JOHNSON, NF *Estudo dos Insetos*. Cengage Learning. 7.<sup>a</sup> Edição. SP, Brasil, p. 358-366. 2011.
- <sup>20</sup> WEISS, RA, *Apes, lice and prehistory*. Journal of Biology, volume 8, p. 20-27, 2010.