

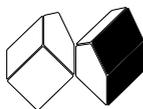
DEZEMBRO 2018

# V6/04

REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR. CASA DAS CIÊNCIAS



# REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR



## FICHA TÉCNICA

Publicação trimestral  
da Casa das Ciências

ISSN 2183-9697 (versão impressa)

ISSN 2183-1270 (versão online)

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

DEPÓSITO LEGAL

425200/17

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Alexandra Coelho

DESIGN

Rui Mendonça

PAGINAÇÃO

Pedro Freitas

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Uniarte Gráfica S.A.

TIRAGEM

3450 exemplares

IMAGEM NA CAPA

Viktoriya Borschch

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

© 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](mailto:rce@casadasciencias.org)

## CORPO EDITORIAL DA REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR

### EDITOR

José Ferreira Gomes (UNIVERSIDADE DO PORTO)

### EDITOR CONVIDADO

Jorge Manuel Canhoto (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

### CONSELHO EDITORIAL

João Lopes dos Santos (UNIVERSIDADE DO PORTO)

Jorge Manuel Canhoto (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

José Francisco Rodrigues (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

Luís Vítor Duarte (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

Maria João Ramos (UNIVERSIDADE DO PORTO)

Paulo Fonseca (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

Paulo Ribeiro-Claro (UNIVERSIDADE DE AVEIRO)

### PRODUÇÃO E SECRETARIADO

Pedro Freitas

Alexandra Coelho

Guilherme Monteiro

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



**CASA DAS  
CIÊNCIAS**

EDULOG · FUNDAÇÃO BELMIRO DE AZEVEDO

DEZEMBRO 2018

# V6/04

## ÍNDICE

- |    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| 02 | AGENDA   | 27 | Ângulo (medidas)<br>João Nuno Tavares, Ângela Geraldo                                      |
| 03 | NOTÍCIAS   |    |  |
| 05 | PROFESSOR DO ANO 2018  | 33 | Simulação Social<br>Helder Coelho  |
|    | EDITORIAL  |    | NOTÍCIAS EDUCATIVAS  |
| 07 | Da casa comum à Lua,<br>passando por Marte<br>Jorge M. Canhoto | 38 | Diversidade no reino Fungi e<br>aplicações à Indústria<br>Egídia Azevedo, Margarida Barata |
|    | ARTIGOS  |    | AOS OLHOS DA CIÊNCIA   |
| 09 | Fluidos<br>Eduardo Lage  | 42 | Tesouros Geológicos da Jordânia<br>Luís Vitor Duarte                                       |
| 13 | Rochas magmáticas<br>ou ígneas<br>A. M. Galopim de Carvalho    | 45 | A árvore de Natal na perspetiva<br>de um biólogo<br>Jorge M. Canhoto                       |
| 16 | Nutrição e alimentação de<br>Peixes<br>Luísa M. P. Valente     |    | IMAGEM EM DESTAQUE   |
| 21 | Madeira<br>Jorge M. Canhoto                                    | 48 | Marcas de ondulação produzidas<br>pelo vento<br>Cláudia Amandi, Francisco Félix            |

**12/01  
e 13/01** (2019)

Curso de Astronomia I: O Sistema Solar

Este primeiro módulo de três, é ministrado pelo professor Rui Agostinho. São abordados temas como a formação do sistema solar, a vida da nossa estrela o sol e os cometas. Indicado para todos os níveis de formação e idades.

OBSERVATÓRIO DO LAGO ALQUEIVA

[HTTP://OLAGOALQUEIVA.PT/EVENTS/CURSO-DE-ASTRONOMIA-](http://olagoalqueiva.pt/events/curso-de-astronomia-i-o-sistema-solar/)

I-O-SISTEMA-SOLAR/



**11/04  
e 12/04** (2019)

I Encontro Temático Casa das Ciências

A Casa das Ciências inicia a partir de 2019 uma nova série de encontros sobre temas societais de grande abrangência em que serão propostas estratégias de atividades multidisciplinares para aprofundamento das aprendizagens em Física, Química, Biologia e Geologia. O primeiro tema proposto é a **Água** e realiza-se nos dias 11 e 12 de abril, na cidade de Viana do Castelo. Esteja atento à abertura das inscrições, dia 2 de janeiro de 2019, porque o número de participantes é limitado!

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO - IPVC

**Água - um tema transversal**  
Escola Superior de Tecnologia e Gestão - IPVC  
**11 e 12 Abril de 2019**  
Inscrições abertas (Grupo 510 e 520)

**10/07  
a 12/07** (2019)

VI Encontro Internacional da Casa das Ciências

Mais uma vez, a Casa das Ciências vai organizar o seu encontro anual. Com o tema central Ensino das Ciências e a Sociedade Moderna, o VI Encontro Internacional da Casa das Ciências irá decorrer entre os dias 10 e 12 de Julho, nas instalações da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O Encontro Temático de Viana do Castelo (ver anúncio nesta página), foca-se no tratamento multidisciplinar de um único tema. O Encontro Internacional manterá o formato usual, interessando professores de matemática, biologia e geologia e os de física e química. Com inscrições abertas a partir de 4 de fevereiro de 2019. Fique atento ao portal Casa das Ciências!

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA

**VI ENCONTRO  
INTERNACIONAL  
DA CASA DAS  
CIÊNCIAS**

**10 A 12 DE JULHO DE 2019**

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA



**29/01  
a 31/12** (2019)

Ano Internacional da Tabela Periódica

Em 1869 o russo Dmitri Ivanovich Mendeleev publicava um estudo sobre a classificação sistemática de todos os 63 elementos químicos conhecidos à época. Em 2019 passam 150 anos e a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2019 como Ano Internacional da Tabela Periódica. Esteja atento ao programa nacional em [www.iypt2019.pt](http://www.iypt2019.pt)



---

## Nada se compara a uma boa soneca



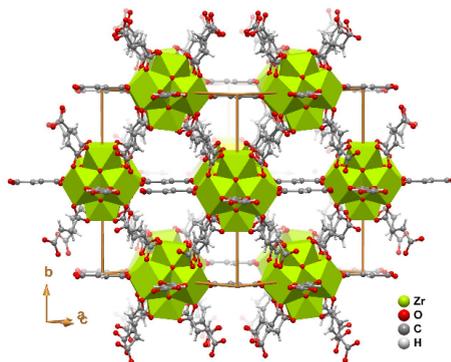
<https://www.scientificamerican.com/article/you-really-can-learn-in-your-sleep/>

Dormir faz parte do nosso quotidiano. Há pessoas que dormem muito, outras pouco e há aquelas para quem adormecer é angustiante e que só o conseguem fazer com tratamentos médicos. Durante muito tempo o sono permaneceu como um mistério. O que se passa durante o sono? Para que serve? Beneficiamos em dormir mais ou menos? Técnicas recentes de imagiologia permitem analisar o funcionamento do cérebro durante o sono e, assim, identificar e analisar mecanismos associados ao sono, como acontece com a memória. Num trabalho recentemente publicado na revista *Scientific American* (novembro de 2018), Ken Paller (EUA) e Delphine Oudiette (França) mostram que o sono ajuda a sedimentar as memórias que adquirimos. Estes autores focaram os seus estudos naquilo que é designado por *slow-wave sleep* (SWS), um sono profundo onde não ocorrem movimentos rápidos

dos olhos (sono REM) como acontece quando os sonhos são mais frequentes. Numa experiência simples, em que a imagens mostradas num computador eram associados determinados sons, aplicados de novo durante o sono SWS, os autores mostraram que o grupo que recebia o som durante o sono era capaz de se lembrar de maneira mais clara da posição das imagens num écran de computador. Afinal de contas, talvez uma soneca na sala de aula não seja assim tão má quanto isso...

---

## A química permite extrair água do ar no deserto



<http://advances.sciencemag.org/content/4/6/eaat3198>

O grupo do químico Omar Yaghi (DOI:10.1126/sciadv.aat3198), da Universidade de Berkeley na Califórnia, desenvolveu uma forma prática de extrair água do ar do deserto do Arizona. O protótipo produziu 100 g de água por quilograma de MOF-801, em cada ciclo dia-noite. Este material é uma rede metalo-orgânica (*Metal Organic Framework*), ou

seja, uma estrutura cristalina tridimensional porosa construída a partir de agregados de seis íons  $Zr^{4+}$  interligados por íons fumurato, cujos poros subnanométricos adsorvem (de noite) e libertam (de dia) moléculas água, reversivelmente.

O processo requer um material (MOF-801), que facilmente colha a água do ar e a liberte. Por outro lado, é necessário fornecer energia, assegurando que a temperatura do condensador é mais baixa do que a do vapor de água, de forma a que se forme água líquida. O dispositivo de Yaghi é uma solução disruptiva porque usa o arrefecimento natural e a luz solar como fonte de energia.

---

## O código da Rosa



<https://www.nature.com/articles/s41588-018-0110-3>

Umberto Eco teria, certamente, mais e melhor a dizer sobre o assunto, mas num dos números recentes da revista *Nature Genetics* (DOI: 10.1038/s41588-018-0110-3), Raymond e colaboradores publicaram o genoma da espécie *Rosa chinensis*. As rosas (*Rosa x hybrida*) que todos conhecemos

pela sua diversidade de cores, formas e aromas, são híbridos que pertencem a um complexo de cultivares que resultaram da hibridação de *R. chinensis* com espécies europeias, e de outras zonas geográficas. As roseiras são das espécies ornamentais mais cultivadas a nível mundial e o estudo do seu genoma tem importantes aplicações na compreensão da sua filogenia e no seu melhoramento. Estes autores obtiveram primeiro uma planta homocigótica de *R. chinensis* (cultivar *Old Blush*) através da cultura de microsporos (fase anterior ao grão de pólen). Este procedimento permite obter plantas haploides, que uma vez duplicado o genoma, formam verdadeiros homocigóticos (linhas puras). Trabalhar com homocigóticos auxilia a sequenciação de genomas uma vez que os alelos de cada gene são iguais. Existem várias espécies de plantas cujo genoma foi sequenciado, tendo sido *Arabidopsis thaliana* a primeira em que tal se verificou. No caso das roseiras, a sequenciação dos genomas é importante para se compreenderem os mecanismos que levam à produção de óleos essenciais, a floração contínua, a organização das pétalas em espiral ou a formação dos vulgarmente chamados picos.

---

# Professor do Ano 2018



**Hélder José Rodrigues Pereira**

É natural de Lisboa, onde nasceu em 1974. Fixou-se no Algarve, em 1992, onde concluiu a licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia e o mestrado em Gestão e Conservação da Natureza (especialização em Património Geológico) na Universidade do Algarve, respetivamente em 1997 e 2004.

É professor de Biologia e Geologia na Escola Secundária de Loulé, desde 2003, onde coordena e dinamiza as atividades do Clube das Ciências da Terra e do Espaço. Tem participado com os seus alunos em diversos concursos, congressos e feiras de ciência, tanto a nível nacional como internacional, tendo os trabalhos apresentados sido galardoados com vários prémios. Em 2005, foi um dos membros fundadores da Associação para a Defesa e Divulgação do Património Geológico do Alentejo e do Algarve.

Entre 2008 e 2013 participou, como educador e comunicador de ciência, em várias mis-

sões oceanográficas, tanto a nível nacional como internacional. De entre estas missões, destaca-se o período de dois meses passados a bordo do navio *JOIDES Resolution* quando serviu como *Education Officer*, durante a Expedição 339 do *Integrated Ocean Drilling Program* (IODP).

É autor e coautor de vários artigos científicos publicados em várias revistas nacionais e internacionais, sendo de destacar o trabalho '*Onset of Mediterranean outflow into the North Atlantic*' publicado, em 2014, na prestigiada revista *Science*. É ainda autor e coautor de vários trabalhos na área do ensino, da divulgação e da promoção das ciências, destacando-se o livro "*Histórias gravadas nas rochas – Guia de campo: à descoberta das rochas e fósseis em Loulé*".

Com o objetivo de promover o ensino experimental das ciências tem, desde o ano 2000, dinamizado ações de formação para professores e desenvolvido diversos materiais didáticos (alguns dos quais partilhados através da "Casa das Ciências"), baseados na utilização de dados científicos reais na sala de aula. Enquanto docente da Escola Secundária de Loulé, tem ainda participado e coordenado diversos projetos nacionais e internacionais (Comenius, Erasmus+, Ciência Viva no Verão, entre outros). É o coordenador do projeto UNESCO na Escola Secundária de Loulé desde setembro de 2018. É membro do *Committee on Education da European Geosciences Union* (EGU) desde outubro de 2018.

*Foi com o Hélder que aprendi que "ter sorte, dá um trabalho que nem queiras saber!", mas no fundo, isso é o que dá sabor a cada momento...*

Tiago Mendes (ex-aluno)

*Vi muitos alunos do ensino secundário, sob a sua orientação, desenvolver trabalhos de investigação científica que orgulhariam qualquer instituição universitária... Em articulação, estiveram sempre presentes os conteúdos a ser lecionados, com efeitos no desempenho desses alunos nos momentos de avaliação escolar.*

Alexandre Costa (Professor de Física e Química,  
Presidente da Associação Europeia para o Ensino da Astronomia)

*"Professor do Ano" é a distinção atribuída anualmente pela Comissão Editorial da Casa das Ciências a um professor em reconhecimento do seu mérito como docente do ensino básico ou secundário e da sua disponibilidade de partilhar a sua experiência com os colegas.*

---

# Da casa comum à Lua, passando por Marte

No V Encontro Internacional da Casa das Ciências, realizado em Guimarães, tive o prazer de moderar uma conferência proferida pelo conhecido divulgador de ciência David Marçal. Tal como faz de forma brilhante nos seus livros, David Marçal exemplificou, com alguns casos difundidos na imprensa e nas redes sociais, como se propagam notícias falsas, as agora chamadas *fake news*, relativas a assuntos científicos.

Lembrei-me desta situação a propósito do filme *O primeiro homem na Lua* de Damien Chazelle, que se centra na biografia de Neil Armstrong, o primeiro homem a pisar a Lua e que proferiu a célebre frase *One small step for man, one giant leap for mankind*. Também por esta altura está a ser exibida na TV (National Geographic Channel) a segunda temporada de *Marte*, uma série ficcional produzida pela National Geographic sobre a conquista do planeta vermelho. Neste caso, trata-se ainda de ficção, mas é muito provável que durante este século, alguém, algures em Marte, possa proferir uma frase semelhante àquela com que Neil Armstrong nos brindou no dia 20 de julho de 1969, depois do seu curto passeio em solo lunar.

Cumpridos quase 50 anos sobre este marco histórico da ciência e tecnologia, provavelmente um dos factos mais bem documentados de sempre, continua a haver um considerável número de pessoas que acredita que tudo isto não passou de uma grande farsa montada pelos americanos para demonstrar o seu avanço tecnológico relativamente aos russos. Numa sondagem realizada em 2016, um jornal britânico indicava que 52% dos inquiridos consideravam que a missão Apollo 11 não tinha passado de uma montagem. *Fake news*, portanto. Os dados da sondagem eram tanto mais preocupantes quanto os inquiridos mais céticos eram pessoas entre os 25 e 34 anos. E não se pense que isto é exclusivo dos ingleses. Uma sondagem semelhante feita na Rússia, mostrou que apenas 24% das pessoas acreditavam que a missão Apollo 11 tinha de facto ocorrido. Talvez aqui a rivalidade entre Russos e Americanos ajude um pouco a compreender estes dados.

Se não acreditar que o Homem foi à Lua já é bastante preocupante, o que dizer do fac-

to de muitas pessoas estarem a deixar de vacinar os filhos por acreditarem que as vacinas provocam danos secundários superiores aos benefícios? Num estudo recentemente (2016) publicado na revista *EBioMedicine* (DOI: 10.1016/j.ebiom.2016.08.042), Larson e colaboradores mostraram que a Europa é a região do globo mais cética em relação à segurança das vacinas, com a França a ser o país em que menos acreditam (41%) que as vacinas são seguras.

Estes dados mostram claramente que a confiança dos cidadãos na ciência e na tecnologia está em queda. Reverter esta tendência exige um esforço de todos aqueles envolvidos na procura e divulgação do conhecimento científico, desde os investigadores, que precisam de explicar melhor à opinião pública os benefícios da ciência e da tecnologia, aos professores, os grandes divulgadores científicos que têm um papel crucial na formação científica dos jovens. Podemos acomodar-nos e dizer, como Neil de Grasse Tyson, um conhecido astrofísico e divulgador científico, que “o que é bom acerca da ciência é que é verdadeira independentemente de acreditarmos nela”. No entanto, ter uma posição mais ativa na informação dos cidadãos é crucial para combater a anti-ciência e criar sociedades que saibam aproveitar e reconhecer os benefícios daquilo que a ciência e a tecnologia nos oferecem.

É neste contexto, em que a sociedade parece olhar para a ciência com alguma reserva, ou mesmo descrédito, que gostaria de realçar o papel que a Casa das Ciências tem tido nesta aproximação entre investigadores e professores, não apenas na realização dos encontros internacionais, mas também pela qualidade e quantidade de informação que existe atualmente disponível no Banco de Imagens, na Wikiciências, no Banco de Recursos Educativos e na Revista de Ciência Elementar.

Neste último número de 2018, e com o aproximar de mais uma cerimónia de entrega dos Prémios Casa das Ciências 2018, que culmina outro ano de intensa atividade desta nossa “casa comum”, desejo a todos os leitores e colaboradores da revista um feliz ano de 2019.

Jorge M. Canhoto

Editor convidado

---

# Fluidos

Eduardo Lage

Universidade do Porto

**Embora na linguagem mais comum o termo fluido seja usado como sinónimo de líquido, em física um fluido é uma substância que se deforma continuamente (ou flui) quando se aplica uma força (ou tensão) tangencial. Os fluidos mais comuns são os líquidos e os gases, mas há outros tipos de substâncias que também pertencem a esta categoria como é o caso dos plasmas e da lava de um vulcão.**

Gases e líquidos, conjuntamente designados por fluidos, parecem diferir, apenas, na densidade (número de moléculas por unidade de volume): menor, para gases, maior para líquidos. Mas as diferenças nos arranjos moleculares são profundas e têm consequências macroscópicas. A energia de interação entre duas moléculas é, tipicamente, muito repulsiva a curtas distâncias (da ordem do tamanho da molécula), passando a atrativa para maiores distâncias, anulando-se para distâncias da ordem de três ou quatro diâmetros moleculares (alcance da interação).

Para fracas densidades, a distância típica entre moléculas é grande em relação ao alcance, as moléculas raramente interagem, podendo, até, ignorar-se esta interação (gás perfeito) - perante tal rarefação, não surpreende que o gás seja facilmente comprimível. A pressão que o gás exerce nas paredes do recipiente resulta das inúmeras colisões que, em cada segundo, moléculas efetuam com a parede; a velocidade da molécula, no momento da colisão, é da ordem da velocidade média que apresenta no interior do gás (velocidade térmica); daqui resulta que a pressão é simplesmente o produto da densidade pela temperatura absoluta: é a equação de estado do gás perfeito. Se um diafragma vibrar no seio do gás, ele empurra as moléculas que lhe estão mais próximas, tendo estas que se deslocar, com a velocidade térmica, até colidir com moléculas mais afastadas e estas, por sua vez, irão propagar, da mesma forma, o empurrão inicial: por isso, o som propaga-se, num gás, com uma velocidade da ordem da velocidade térmica. A velocidade do som no ar, em condições normais de pressão e temperatura é cerca de 340 m/s e, na água, nas mesmas condições, anda perto de 1000 m/s. A diferença deve-se à muito menor compressibilidade da água.

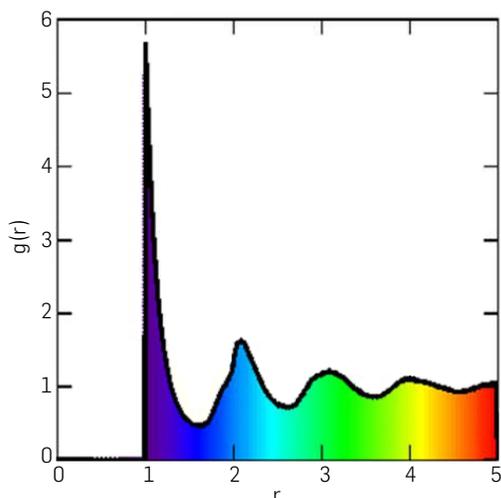


FIGURA 1. O número médio de moléculas em função da distância a uma molécula na origem (normalizado à unidade para grandes distâncias). Os picos mostram a estrutura local; o vazio até à distância 1 (diâmetro da molécula) exhibe a parte repulsiva.

Aumentando a densidade, o efeito da parte atrativa da interação faz-se sentir: a molécula que esbarra na parede tem a maior parte das outras moléculas “atrás de si”, puxando-a: a velocidade no momento do choque é menor que a velocidade térmica – a pressão é inferior à do gás perfeito, é alterada a equação de estado como discutido em “pressão de vapor”. No seio do fluido real e à medida que aumenta a densidade, cada molécula “vê” mais moléculas dentro do alcance do potencial, criando-se pequenos arranjos locais de moléculas que crescem e persistem no tempo tanto mais quanto menor a temperatura, porque menor a agitação térmica.

Abaixo de uma certa temperatura, esses arranjos estendem-se a todo o fluido e este condensa – no líquido, cada molécula quer ter o maior número de moléculas dentro do alcance, mas este número está limitado pela parte repulsiva do potencial. É esta repulsão que determina, essencialmente, a densidade do líquido e a sua estrutura local: por isso, um líquido é quase incompressível. Se quiser empurrar as moléculas, elas quase não têm que se deslocar até empurrar as seguintes: a velocidade do som, num líquido, é muito maior que num gás. Gases nobres (do hélio ao radão) também condensam: o hélio condensa a 4,22 K (ou -268,93 °C) e o seu ponto crítico tem temperatura crítica 5,19 K e pressão crítica 2,24 atm.

A parte atrativa da interação também tem importância num líquido: numa gota, as moléculas junto da superfície só são puxadas pelas do interior, daqui resultando a tensão superficial que tende a tornar a gota tão compacta quanto possível, isto é, com a forma esférica. É a tensão superficial que une os grãos de areia molhada, permitindo que caminhe mais fa-

cilmente na parte húmida do areal. E se quero vaporizar a gota à temperatura de ebulição, todo o calor fornecido serve, unicamente, para romper as ligações atrativas (calor latente).

Mas se a temperatura for muito elevada, determinando uma grande velocidade térmica, as forças atrativas não são suficientes para garantir a formação de estruturas persistentes: acima da temperatura crítica não é possível condensar um fluido, por maior que seja a pressão exercida.



FIGURA 2. As três fases do néon estão bem visíveis no pequeno pedaço de gelo de néon em fusão rápida.

Fluidos em movimento apresentam viscosidade, uma forma de atrito interno. (A exceção é o hélio superfluido). Se aplicarmos uma tensão tangencial a um sólido, ele deforma-se até atingir novo equilíbrio. Num líquido, porém, uma tensão tangencial origina escoamento, sendo válida, para muitos fluidos, a equação postulada por Newton:

$$\tau = \eta \frac{dv_x}{dy}$$

onde  $\tau$  é a tensão exercida sobre uma camada de fluido, aqui suposta a mover-se segundo  $x$ , pela camada adjacente (maior  $y$ ), e  $\eta$  é o coeficiente de viscosidade dinâmico. É, também, comum usar-se, para fluidos que se possam considerar incompressíveis, a viscosidade cinemática (unidades:  $m^2/s$  no SI, ou stoke (St), no sistema CGS)  $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ , onde  $\rho$  é a massa específica. Todos os fluidos são, evidentemente, compressíveis. Porém, podem considerar-se incompressíveis (i.e., massa específica constante) se a velocidade do fluido for muito menor que a velocidade do som no seio desse fluido.

Deve observar-se que a viscosidade depende, em geral, da temperatura e pressão: aumentando a temperatura, diminui nos líquidos e aumenta nos gases ou vapores. A interpretação microscópica deste resultado é feita noutra artigo.

Os fluidos que obedecem à lei anterior designam-se por *fluidos newtonianos*. Mas há muitos outros exemplos onde a relação entre tensão aplicada e taxa de deformação não segue uma lei linear (FIGURA 3). Nestes, a tensão depende não linearmente da taxa de deformação ou mesmo a sua “história” - tal acontece com várias soluções salinas, mel, sangue, champô ou pastas dentífricas, etc., não sendo, pois, útil o conceito de coeficiente de viscosidade, sendo caracterizados por outros parâmetros reológicos. Contudo, em todos os casos, existe um atrito interno e, conseqüentemente, haverá produção de calor, manifestando irreversibilidade macroscópica: qualquer fluido, abandonado a si mesmo, acabará por atingir uma situação de equilíbrio onde nenhuma das suas partes (macroscópicas) se movimenta em relação a qualquer outra.

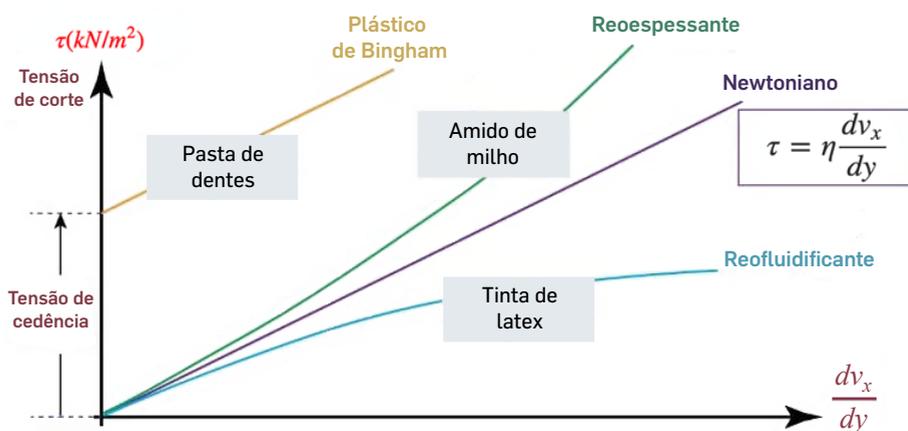


FIGURA 3. Exemplos de fluidos não newtonianos.

Esta breve introdução não pode deixar de referir o vastíssimo leque de comportamentos que vão da meteorologia à oceanografia, da acústica à turbulência, dos solitões em rios aos tsunamis, do pingo da torneira à bolha de sabão, e estende-se, mais recentemente, ao estudo de atmosferas e circulação de fluidos em exoplanetas sob condições extremas de pressões ou temperaturas. Mesmo o recurso aos mais potentes computadores para simulações numéricas é, muitas vezes, frustrado pelo fenómeno do caos caracterizado por um afastamento exponencial de soluções originadas por condições iniciais muito próximas. Compreende-se, assim, que os progressos, nos problemas mais complicados, surjam de aproximações mais ou menos justificadas pela definição de números adimensionais, como os números de Reynolds, Prandtl, Mach, Froude, Rayleigh, Taylor, etc., os quais medem a importância relativa de vários termos nas equações fundamentais, servindo, portanto, de guias para simplificações dessas mesmas equações. Alguns destes tópicos serão considerados em futuras publicações.

---

# Rochas magmáticas ou ígneas

A. M. Galopim de Carvalho

Universidade de Lisboa

Os geólogos sabem que Terra se estuda nas rochas e, daí, o seu grande interesse no estudo destas entidades naturais construtoras da capa mais externa do planeta, a que deram o nome de litosfera (do grego *lithós*, pedra, rocha, e *sphaira*, esfera). Entendida como o conjunto da crosta com a parte superior rígida (rochosa) do manto superior, a litosfera resultou de um processo de diferenciação e solidificação de uma espécie de “oceano” de magma, que se seguiu à acreção do planeta. Assim sendo, o estudo das rochas deve começar pelas magmáticas ou ígneas pois foram as primeiras a ser geradas na terra.

Designamo-las magmáticas porque nasceram do arrefecimento e consequente solidificação de magma. O magma é, pois, um material ígneo (do grego, *igneus*, incandescente, em fogo) e assim podemos usar a expressão rocha ígnea, sinónima de rocha magmática.

Grande parte das *rochas magmáticas* ou *ígneas* como, por exemplo, o granito, o sienito, o diorito, o gabro e muitas outras são geradas em profundidade na crosta ou no manto, e, por tal razão, designam-se também por *rochas plutónicas* (*Plutão*, o deus das profundezas, na mitologia Romana). As *rochas plutónicas* também designadas por *rochas intrusivas*, pois os magmas instalam-se, de modo mais ou menos forçado, em rochas mais antigas a profundidades dentro da crosta terrestre, e que depois solidificam lentamente abaixo da superfície, embora possam ser posteriormente expostas pela erosão (FIGURA 1). As *rochas vulcânicas* ou *extrusivas*, como os basaltos, resultam da consolidação de magmas que brotam à superfície (FIGURA 2). Relativamente aos granitos e às outras *rochas plutónicas*, nunca ninguém viu o seu carácter magmático ou ígneo, mas tal deduz-se a partir de muitas observações, quer no terreno quer no laboratório.

É muito frequente, entre nós e em muitos manuais de ensino, o uso da expressão *rocha eruptiva* como sinónima daquelas duas. Contudo se é correto usar indiferentemente as

expressões *rocha magmática* e *rocha ígnea*, já não o é adjetivá-las todas por *eruptivas*, pois este último qualificativo pressupõe a origem numa qualquer erupção vulcânica (de *Vulcano*, o deus do fogo, na mitologia romana), o que nem sempre é o caso. Todas são magmáticas ou ígneas, mas só as vulcânicas são eruptivas.



FIGURA 1. Nesta fotografia, tirada nas imediações da Capela de São Pedro do Campo, Serra de Montemuro, observam-se diaclases no afloramento granítico, com instalação de vegetação. A servir de escala encontra-se uma mala com 20x17x18 cm. (fonte: banco de imagens da Casa das Ciências)

Sabe-se também que nunca as *rochas plutónicas* resultaram de qualquer atividade eruptiva. Assim, chamar eruptivas a rochas como os granitos e outras, arrefecidas e solidificadas em profundidade é abusivo e incorreto.

Só as *rochas vulcânicas* são, pois, passíveis de uma tal adjectivação, uma vez que, com origem no latim, *eruptio, -onis*, o termo *erupção* implica a ideia de extrusão, expulsão, saída do interior para o exterior.

A expressão *rocha eruptiva* tem predominado entre nós, tanto nos textos da especialidade como nos manuais de ensino que, naturalmente, naqueles se basearam e baseiam. Uma tal situação reflete uma época de forte influência, à escala internacional, dos autores de língua alemã, pioneiros na petrografia, na viragem do século XIX ao XX, como W. C. Brögger, R. Blum, C. Gagel, P. Niggli, F. Zirkel, H. Rosenbusch e A. Osann, em cujos textos a expressão *Eruptivgestein* se aplica também às rochas plutónicas (não eruptivas).

No que nos diz respeito, o uso da expressão *rocha eruptiva*, como sinónima de rochas magmáticas ou ígneas, reflete, sobretudo, a influência dos petrógrafos de língua francesa, como se pode verificar nos textos de autores consagrados como A. Lacroix, J. Jung, R.

Brousse, E. Raguin, F. Rinne, A. Michel-Lévy, F. Fouqué, entre outros, durante os últimos anos do século XIX e da primeira metade do século XX, que, como os alemães, sempre privilegiaram a designação *eruptive*.

E, como não podia deixar de ser, os petrólogos e petrógrafos portugueses não fugiram a esta influência, numa época de francofonia dominante. Nesta reflexão deve recordar-se o papel dos pioneiros da petrografia em Portugal, no último quartel do século XIX, Pacheco Canto e Castro, J. Rego de Lima e V. Souza-Brandão. Os dois primeiros estudaram em Paris, com F. Fouqué (1828-1904), o vulto grande da petrografia em França. O terceiro, além de ter estudado na École de Mines, de Paris, cursou engenharia, na Academia de Minas de Freiberga. O mérito da obra que nos deixou escrita em língua alemã, com particular incidência nas *Eruptivegestein*, reforçou o peso da expressão *rocha eruptiva* na terminologia usada pelos petrógrafos portugueses que se lhe seguiram.



FIGURA 2. Espessa escoada basáltica com disjunção prismática subparalela, formando um importante ressalto na topografia e contendo uma cascata (não ativa na altura em que a foto foi obtida apesar da coloração esbranquiçada poder sugerir o contrário). O corte dos prismas na base do ressalto e na linha de água a montante motivou a recente designação de Calçada de Gigantes (Santa Maria, Açores). (fonte: banco de imagens da Casa das Ciências)

Há autores que, apesar de tudo, continuam a defender a manutenção da expressão *rocha eruptiva* no sentido clássico, isto é, como sinónimo de *rocha magmática* ou *rocha ígnea*. Mas, esta não é a posição atualmente mais consensual em autores de língua inglesa, onde a dita expressão tem vindo a cair em desuso. É também esta a posição (implícita) da Subcomissão para a "Sistemática das Rochas Ígneas" da International Union of Geological Sciences (1989).

---

# Nutrição e alimentação de Peixes

Luísa M. P. Valente

CIIMAR e ICBAS, Universidade do Porto

*Nós somos o que comemos. Os peixes também.*

Quando falamos de nutrição de peixes entramos num mundo para muitos desconhecido. Tal como os outros animais, um peixe tem uma boca, dentes e um tubo digestivo preparado para receber um determinado tipo de alimentos. Os hábitos alimentares dos peixes são muito variados, mas podemos agrupá-los em carnívoros, herbívoros ou omnívoros.

Os peixes **carnívoros** alimentam-se de outros animais, nomeadamente de anelídeos, moluscos, crustáceos, insetos e de outros peixes menores. São estas as espécies de maior valor económico para consumo humano, como sejam o atum, o lúcio, o bacalhau, o espadarte, o tamboril, o salmão e a truta. A alimentação destas espécies depende da disponibilidade e abundância das presas nesse habitat. Estes peixes têm uma boca grande, com dentes afiados e um tubo digestivo curto. Os peixes carnívoros, embora possam ingerir vegetais, têm uma capacidade limitada de deles extrair os nutrientes de que necessitam.

Na extremidade oposta da cadeia alimentar encontramos os peixes **herbívoros** (exemplo: a boga e a tilápia) que se alimentam essencialmente de matéria vegetal, incluindo algas e plantas aquáticas. Estes peixes têm dentes pouco afiados e um estômago de pequenas dimensões, obrigando a uma ingestão frequente; o tubo digestivo é extremamente longo, de forma a facilitar a digestão e assimilação dos nutrientes mais demorada nos vegetais.

Os peixes **omnívoros** alimentam-se, quer de animais, quer de vegetais e incluem-se nesta categoria a maioria das espécies conhecidas (exemplo: a enguia, o sargo e a carpa). A sua morfologia é intermédia entre a dos carnívoros e a dos herbívoros, no entanto, estes peixes não conseguem digerir certos vegetais. Muitos peixes alimentam-se exclusivamente de plâncton e

são assim denominados de **planctonívoros** (exemplo: a sardinha).

No entanto, na natureza as coisas são bastante mais complexas e os hábitos alimentares de uma espécie mudam ao longo do seu desenvolvimento. O zooplâncton é o principal componente alimentar da grande maioria dos peixes, se não de todos, durante os seus estádios larvares, mudando depois em fases juvenis à medida que o seu tubo digestivo se desenvolve. Num contexto de cadeia alimentar, o nível trófico de uma espécie é simplesmente o número integral de etapas de consumo entre os produtores primários e a espécie considerada. Segundo este conceito, e usando como fator a fonte de alimento, podemos então agrupar os organismos em 5 níveis tróficos (FIGURA 1).

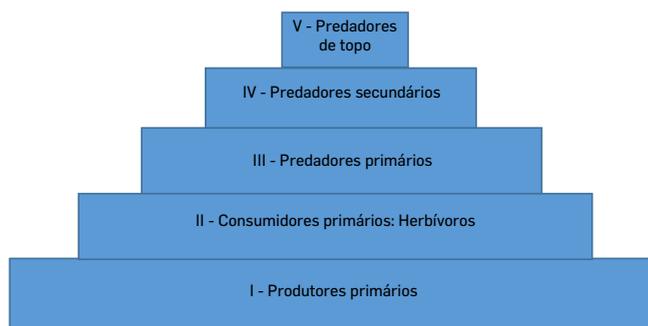


FIGURA 1. Níveis tróficos da cadeia alimentar.

Os peixes, tal como todos os animais, alimentam-se para obterem energia, e fazem-no de acordo com as suas preferências ou hábitos ecológicos e alimentares. No entanto, o equilíbrio natural dos ecossistemas está ameaçado em grande medida pelas pescas, onde há uma clara preferência por espécies que ocupam uma posição alta na cadeia trófica, sendo por isso as menos abundantes nos oceanos. Devido à exploração excessiva de grandes predadores como o atum, o bacalhau ou o espadarte, a generalidade dos seus *stocks* naturais está a chegar ao limite máximo de exploração e muitos deles estão a diminuir rapidamente ou encontram-se esgotados.

Dados da FAO (2014) demonstram que o volume de capturas de pescado permaneceu estável nas duas últimas décadas, tendo o seu consumo *per capita* aumentado 70% nos últimos anos. Portugal apresenta o maior consumo de pescado da União Europeia, e um dos maiores do mundo, com 56 kg *per capita*/ano, sendo a média europeia de 25 kg (FIGURA 2). Os benefícios para a saúde humana associados ao consumo regular de peixe pela sua riqueza em **ácidos gordos ómega-3 de cadeia longa** estão bem documentados, conduzindo a um crescente consumo global de pescado; este aumento será agravado pelo aumento da população mundial dos 7,6 mil milhões atuais para os 10 mil milhões, em 2055. Desta forma, e de acordo com últimas estimativas, até 2020 irá ser necessário um acréscimo de aproximadamente 25 milhões de toneladas na oferta mundial de pescado, que terá de ser obtido inevitavelmente através da **aquacultura**.

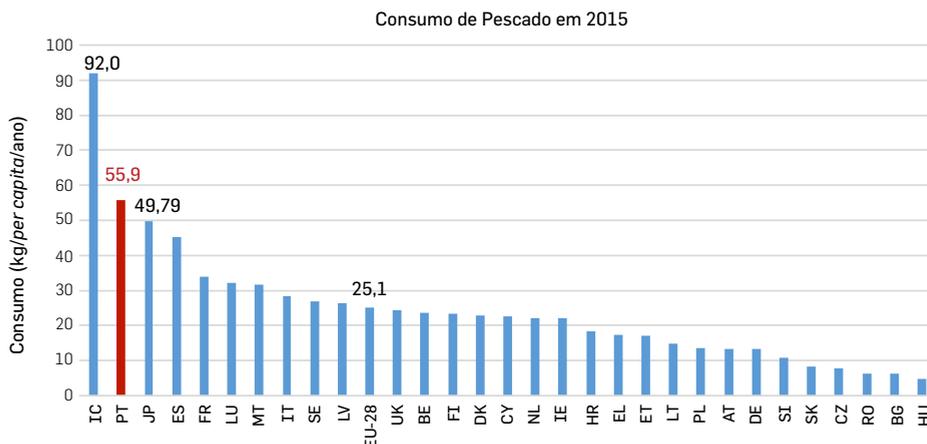


FIGURA 2. Consumo de peixe *per capita* nos vários Estados Membros em 2015. Inclui-se a Islândia e o Japão (dados de 2009) para comparação relativa (Fontes: FAO e Eumofa).

A aquicultura é o setor da produção animal com maior crescimento global, contribuindo já com mais de 53% do peixe consumido a nível mundial. Este crescimento continuará devido às limitações da captura de espécies selvagens e ao aumento da população mundial. É na Ásia que mais se produz (89% do total). Portugal importa cerca de 2/3 do peixe que consome, o que representa um desequilíbrio na balança comercial superior a 600 milhões €/ano. Este desequilíbrio apenas poderá ser ultrapassado através da aquicultura. A visão europeia para o *Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura* assenta na promoção da competitividade através de metodologias inovadoras ambientalmente sustentáveis, tendo em conta o bem-estar e a saúde animal e garantindo elevados padrões de segurança alimentar de forma a criar uma maior confiança do consumidor.

Embora à escala global as principais espécies de peixes cultivadas sejam de água doce (carpa, tilápia, truta), na Europa e em Portugal, produzem-se essencialmente espécies marinhas e maioritariamente carnívoras (salmão do Atlântico, pregado, dourada, robalo, linguado). Hoje em dia, cerca de 99% do salmão do Atlântico disponível no mercado é produzido em cativeiro. O conhecimento da dieta e hábitos alimentares de cada espécie permite desenvolver as melhores estratégias alimentares a aplicar em cativeiro, garantindo um crescimento ótimo dos animais e sem problemas de saúde ou bem-estar.

Tal como todos os animais, os peixes alimentam-se para obter os nutrientes e a energia de que necessitam. Esta energia é obtida através dos hidratos de carbono, das proteínas e dos lípidos contidos nos alimentos que ingerem. No entanto, a maior parte dos peixes que produzimos são carnívoros e digerem muito mal os hidratos de carbono. A sua fonte preferida para obter energia são as proteínas, seguidas dos lípidos. Cada espécie de peixe tem uma necessidade específica de proteína que tem que ser incluída em alimentos compostos (rações) formulados

de forma particular para cada espécie, de acordo com as suas preferências alimentares. Para além destas fontes de energia, os peixes precisam ainda de vitaminas e de minerais para terem um desenvolvimento pleno. Ao contrário do que se possa pensar, os peixes têm preferências alimentares bem definidas e caso lhes seja fornecido um alimento de que não gostem, ou que não cumpra as suas necessidades, os peixes ou não comem ou comem pouco, o que se traduz em perdas económicas avultadas para o produtor. As dietas existentes no mercado são formuladas cuidadosamente para cada peixe, obedecendo a regras bem definidas com elevados padrões de qualidade e segurança. Há regras muito apertadas que ditam o tipo de matérias-primas possíveis de incorporar numa ração e os níveis máximos admitidos de determinados elementos químicos.

### **Mas afinal de que matérias-primas estamos a falar?**

A fonte de energia melhor utilizada pela maioria dos peixes são as proteínas. Por outro lado, uma vez que as espécies mais produzidas são carnívoras, isto significa uma inclusão proteica extremamente elevada nas suas dietas (40-60% dependendo da idade). As rações integram grande variedade de fontes proteicas: farinha de peixe, lulas e insetos, algas, bem como concentrados vegetais de soja, milho, ervilha e colza. A proporção destes ingredientes depende da sua disponibilidade no mercado, do preço e da sua qualidade nutricional. As fórmulas recorrem a programas informáticos que garantem que cada ração contém todos os nutrientes essenciais a cada espécie considerada. Por outro lado, e com vista a sustentabilidade do setor, na última década a farinha de peixe que era a principal fonte proteica foi largamente substituída por fontes vegetais. Por outro lado, e numa ótica da economia circular que minimiza o desperdício, são hoje incorporadas matérias-primas que derivam da valorização de subprodutos alimentares após processamento industrial (desperdícios da indústria conserveira e de transformação de pescado). Há hoje uma forte pressão social para considerar o impacto ambiental nos ecossistemas marinhos. Podemos pensar que quem está do lado da produção ignora as questões ambientais, no entanto, são frequentemente estes os primeiros a enfrentar estes desafios recorrendo a matérias-primas com menor pegada de carbono. Mas há desafios que muitas vezes nos esquecemos de considerar e que podem de certa forma condicionar as escolhas. Todos aceitamos que não é sustentável continuar a pescar peixe para produzir peixe. No entanto, será mais sustentável recorrer à soja, por exemplo? Analisemos este caso em particular: a Europa é uma fraca produtora de soja, sendo esta maioritariamente importada dos EUA, do Brasil e da Argentina. A soja é um vegetal que utiliza uma grande área para ser produzida, contribuindo para a deflorestação, nomeadamente da Amazónia. Por outro lado, precisa de ser processada para remover compostos indigestos para a maioria dos peixes, recorrendo a processos industriais com gasto de energia fóssil. Os concentrados de soja navegam então até à Europa, para serem incorporados nas rações que alimentam os peixes que produzimos. Alguém já algum dia pensou na pegada de carbono associada a estes concentrados de soja que tanto viajam? Mui-

tas empresas produtoras de rações têm procurado matérias-primas produzidas localmente para incorporar em rações, mas estamos muito longe de conseguir sustentar a crescente necessidade do setor. As tendências atuais focam-se em novas fontes proteicas, nomeadamente as algas (macroalgas e microalgas), massas microbianas e insetos.

Para além das proteínas, as dietas para peixes incorporam uma fração importante de lípidos que na década anterior provinham do processamento de farinhas de peixes (óleos de peixe) ricos nos tão desejados ómega-3 de cadeia longa. Hoje em dia o óleo de peixe tem sido substituído por óleos vegetais (soja, colza e girassol) e mais recentemente por gorduras animais (gorduras de aves). De uma forma geral, esta substituição não afeta o crescimento dos peixes, no entanto, altera o seu valor nutricional. Isto porque as plantas não possuem ómega-3 de cadeia longa, o que se traduz numa redução da sua quantidade no músculo dos peixes produzidos com óleos vegetais. A indústria tem consciência deste problema e tem investido em fontes alternativas destes ácidos gordos, provenientes de microalgas e microrganismos.

As rações contêm ainda suplementos minerais e vitamínicos, bem como pigmentos que variam consoante a idade e a espécie do peixe. Finalmente e para esclarecer aqueles que frequentemente lêem reportagens publicadas nas redes sociais sobre a cor do salmão: sim é verdade que a sua cor se deve a um pigmento carotenóide depositado no músculo – a astaxantina. Na natureza este pigmento alaranjado é produzido por microalgas que servem de alimento a muitos crustáceos (camarão e krill) dos quais o salmão se alimenta. Este peixe não é capaz de sintetizar este pigmento, pelo que para se obter a cor que o consumidor pretende, precisa ser adicionado à ração. Há muitas empresas produtoras de microalgas ricas neste pigmento, mas têm recentemente surgido novas formas naturais a preços cada vez mais competitivos. Em alternativa existem pigmentos sintéticos (moléculas idênticas às naturais) que são incorporados em rações em níveis considerados seguros pelas autoridades Europeias. Em última análise, o consumidor final é que dita a quantidade de astaxantina que a ração contém... países do sul da Europa como Portugal, preferem cores fortes com maior inclusão de pigmentos. A cor do salmão selvagem é sempre menos intensa, pois um animal na natureza come menos do que qualquer um produzido em cativeiro. Mas as escolhas são sempre do consumidor final e um salmão produzido com a cor do selvagem tem menor aceitação no mercado. Contradições do ser humano, conclui-se.

Finalmente e abordando tendências de mercado, o consumidor de hoje procura produtos diferenciados que de preferência tragam um benefício acrescido para a sua saúde. A diferenciação da aquacultura poderá assim passar pelo fornecimento de produtos de elevado valor (produtos certificados; novas formas de apresentação, processamento e transformação mais apetecíveis e convenientes aos consumidores; novas espécies com valor acrescentado) e inovadores (proposta de alimentos funcionais, nomeadamente a produção de filetes ricos em determinados nutrientes), e que correspondam às necessidades dos consumidores dentro e fora da UE.

---

# Madeira

Jorge M. Canhoto

CEF/ Universidade de Coimbra

A madeira é um material biológico produzido pelas árvores que se acumula em grandes quantidades no seu tronco. Trata-se de um tecido formado por vários tipos de células que têm em comum o facto de possuírem na parede um composto químico extremamente resistente que lhes confere rigidez e a capacidade de suportar tensões ou pressões elevadas. Os botânicos chamam à madeira lenho ou xilema secundário. A função deste tecido é conduzir a chamada seiva bruta, formada essencialmente por água, elementos minerais e alguns compostos orgânicos, desde a raiz até à parte aérea onde estes componentes vão ser utilizados no metabolismo das plantas. Para além disso, a madeira funciona também como um esqueleto, uma vez que garante a sustentação das árvores, permitindo-lhes alcançarem grandes alturas e competirem de uma forma eficaz pela luz. A madeira é utilizada pelos humanos desde tempos imemoriais, não apenas para a produção de energia, mas também na construção e no fabrico de papel. A madeira das árvores tem características distintas consoante as árvores são folhosas, como o sobreiro e o choupo ou resinosas, como os pinheiros e os teixos.

Os organismos a que chamamos árvores pertencem a dois grandes grupos de plantas, as angiospérmicas e as gimnospérmicas. Mais especificamente ainda, pode dizer-se que praticamente todas as árvores são dicotiledóneas ou coníferas. Os viveiristas e os madeireiros chamam a estes diferentes tipos de árvores folhosas e resinosas, respetivamente. As folhosas são constituídas por dicotiledóneas arbóreas e a sua madeira é, em regra, mais densa que a madeira das resinosas, que como o nome indica, são também capazes de produzir resina. A madeira destes dois grupos é diferente porque, as células que a constituem são também diferentes, existindo uma maior diversidade celular na madeira das folhosas do que na madeira das resinosas.

Do ponto de vista evolutivo, o aparecimento de um tecido especializado como o xilema, foi um aspeto importante para a conquista pelas plantas dos habitats terrestres. De facto, as plantas mais primitivas, como os musgos, não possuem tecidos especializados no transporte de nutrientes, como o xilema ou o floema. Esta característica só surge com as pteridófitas (e.g., fetos) e atinge a sua expressão máxima nas angiospérmicas e nas gimnospérmicas. À

exceção das briófitas todas as outras plantas possuem células de xilema especializadas na condução da seiva bruta.

O crescimento secundário (em largura) das espécies arbustivas e arbóreas, deve-se à existência de dois meristemas laterais, assim designados por oposição aos meristemas primários, que se localizam na extremidade dos ramos e das raízes e que são responsáveis pelo alongamento dos caules e raízes, aquilo a que se chama crescimento primário. Esses meristemas são o câmbio vascular e o felogénio, este último também chamado câmbio súbero-felodérmico (FIGURA 1). Este último câmbio é responsável pela formação daquilo a que chamamos a casca das árvores. Por exemplo, no sobreiro, a cortiça (súber) resulta da atividade do felogénio. Dada a função protetora das células que origina, este câmbio tem uma posição mais periférica.

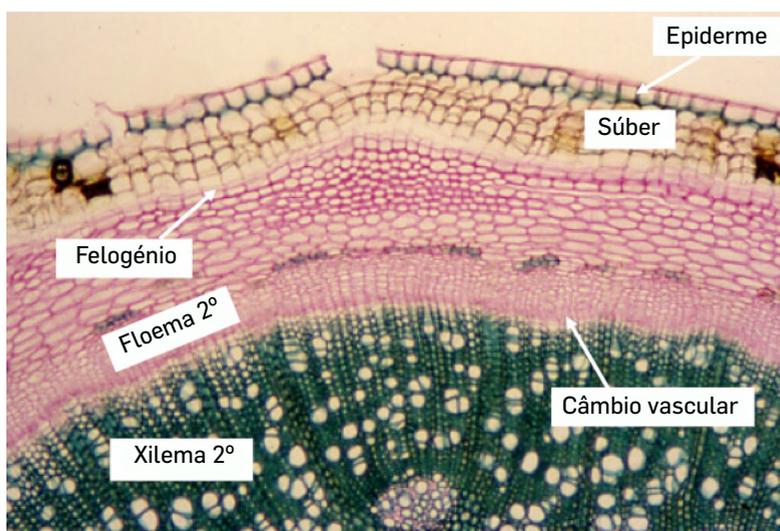


FIGURA 1. Secção transversal de um caule jovem de uma dicotiledónea arbórea. Na figura estão indicados os dois meristemas secundários (câmbio vascular e felogénio), bem como o floema e xilema (paredes celulares coradas de verde) secundários derivados do câmbio vascular e o súber derivado do felogénio. Neste secção é ainda visível a epiderme que irá ser totalmente substituída pelo súber.

O câmbio vascular tem uma posição mais interna e produz dois tipos de tecidos especializados na condução de substâncias, floema e xilema (FIGURA 2). Por serem produzidos a partir deste meristema secundário, estes tecidos são designados por floema e xilema secundários, para os distinguir do floema e xilema primários que são produzidos a partir de um outro meristema (primário), o procâmbio. Importa referir que todas as plantas, mesmo as herbáceas, possuem xilema para a condução da seiva bruta. O que nem todas as plantas possuem é xilema secundário, pois o câmbio vascular só está presente em algumas espécies. Na realidade, o que distingue o xilema das plantas herbáceas e das plantas arbóreas é a sua origem e a quantidade, pois os tipos celulares que o constituem são os mesmos.

Se a madeira deriva do câmbio vascular e se este meristema produz dois tipos de tecidos

vasculares, o floema e o xilema secundários, não deviam os troncos das árvores ter quantidades semelhantes destes dois tecidos? A resposta seria sim, se o câmbio funcionasse de forma simétrica, mas o que se passa na realidade é que o câmbio produz muito mais xilema secundário do que floema secundário. Isto quer dizer que as células derivadas do câmbio, se diferenciam muito mais em células de xilema do que em células de floema. Outra particularidade do câmbio vascular, é que ele forma um anel contínuo formado por uma única camada de células de espessura. As células que se diferenciam para fora do anel do câmbio (em direção à epiderme) vão diferenciar-se em células de floema enquanto aquelas que se diferenciam para o lado de dentro do anel irão evoluir para células de xilema. Desta forma, o xilema secundário tem uma posição mais interna que o floema secundário.

As células do xilema apresentam várias particularidades que as distinguem de outros tipos celulares e que lhe conferem propriedades específicas que permitem, por um lado, a condução da seiva bruta, mas também contribuem para a sustentação dos órgãos vegetais, uma vez que as células possuem uma parede celular rica em lenhina, um dos compostos biológicos mais resistentes que se conhecem. Quando completamente diferenciadas, as células do xilema secundário são células mortas em que o citoplasma degenerou permanecendo apenas a parede celular. Exceção fazem-se as células vivas de parênquima que constituem os raios medulares envolvidas no transporte lateral de nutrientes e que colocam em ligação o floema e o xilema. Células do parênquima estão também em contacto com as células condutoras do xilema, aquilo a que se chama o parênquima axial.

A parede celular está presente nas células de diferentes organismos, como acontece em algas, fungos e plantas. No entanto, a sua estrutura e composição é diferente nestes organismos. No caso particular das células vegetais, a parede assume também características bioquímicas e estruturais muito diferentes em função dos tipos celulares. Todas as células possuem uma parede primária, exterior à membrana plasmática e que é rica em celulose. As fibras de celulose estão embebidas numa matriz formada por distintos tipos de polissacáridos que são, no seu conjunto designados por pectinas e hemiceluloses. Elementos minerais, proteínas (estruturais e enzimáticas) e compostos fenólicos estão também presentes. Algumas células formam, internamente à parede primária, uma parede secundária. Esta parede é química e estruturalmente muito diferente da parede primária, pois é rica em lenhina, que rodeia as fibras de celulose, e pode possuir diferentes camadas. Esta parede confere às células uma forte sustentação mecânica permitindo que estas possam sofrer tensões e pressões elevadas. A parede secundária é típica das células xilémicas e do esclerênquima.

Ao analisarmos as células do xilema podemos verificar que existe alguma diversidade nas células que estão presentes e que essa diversidade é notória quando comparamos o lenho de folhosas com o lenho de resinosas. Nestas últimas, o lenho é mais simples (homogéneo) e apresenta-se formado por três tipos celulares: células de parênquima, células com função de suporte (fibrotraqueídeos) e células com uma função condutora (traqueídeos). Deve no entanto

referir-se que os traqueídeos desempenham também uma função de suporte devido às suas paredes espessas. Os traqueídeos e os fibritraqueídeos são células normalmente orientadas segundo o eixo do caule (eixo axial) enquanto que as células de parênquima se organizem em raios (raios medulares) com uma orientação perpendicular (eixo radial) às primeiras.

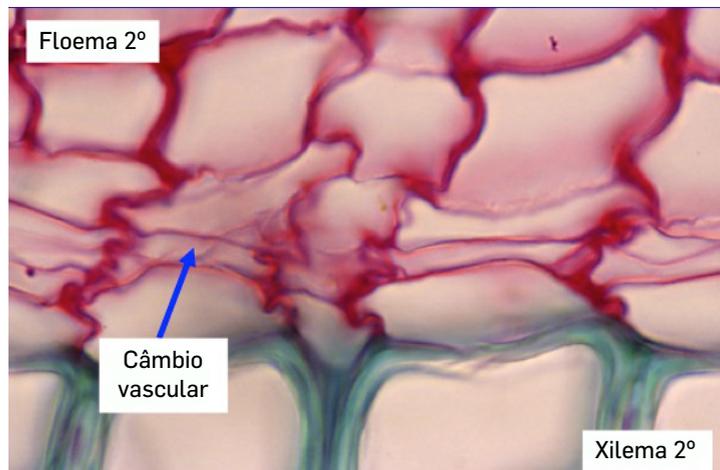


FIGURA 2. Secção transversal de um caule com crescimento secundário onde é visível o câmbio vascular e células derivadas deste meristema (xilema e floema secundários). O floema forma-se em direção à periferia do corte enquanto o xilema secundário tem uma posição mais interna.

Os traqueídeos são células alongadas, fechadas nas extremidades, em que a seiva se desloca de uma célula para outra através de orifícios que existem na parede celular, chamados pontuações. As pontuações dos traqueídeos são estruturas complexas constituídas por parede primária e secundária que permitem controlar o movimento da seiva bruta. Nas folhosas, o xilema é mais complexo (heterogéneo), pois para além dos tipos celulares já referidos, existem dois outros tipos celulares muito especializados, os elementos de vaso e as fibras. Estas últimas, tal como os fibrotraqueídeos, são células com funções de suporte, muito alongadas, com uma parede muito espessa e um lúmen bastante reduzido. Os elementos de vaso são células perfuradas nas extremidades, de diâmetro muito maior que os traqueídeos e que se alinham topo a topo. A seiva bruta passa de uma célula para outra através das placas de perfuração que se situam nos topos das células. Em virtude dos elementos de vaso serem células de maior diâmetro que os traqueídeos e das suas extremidades estarem perfuradas, a velocidade de circulação da seiva bruta nas folhosas é maior do que a que se verifica em coníferas.

Uma particularidade da madeira é que a maneira como as células se distribuem não é uniforme, sendo visível em muitas espécies um padrão de bandas que corresponde aos anéis de crescimento (FIGURA 3).

Este padrão é típico de árvores de climas temperados, quer se trate de dicotiledóneas ou de coníferas, em que as condições ambientais são muito diferentes ao longo do ano, mas ocorre também em espécies tropicais, em zonas onde existe uma estação mais chuvosa e uma estação onde a pluviosidade é mais reduzida. No entanto, em climas tropicais, vários anéis, por vezes quase impercetíveis, podem ocorrer no mesmo ano, tornando, difícil relacionar o número de anéis com a idade das árvores. Os anéis de crescimento são um exemplo de plasticidade fenotípica e mostram como o ambiente condiciona o desenvolvimento dos organismos.

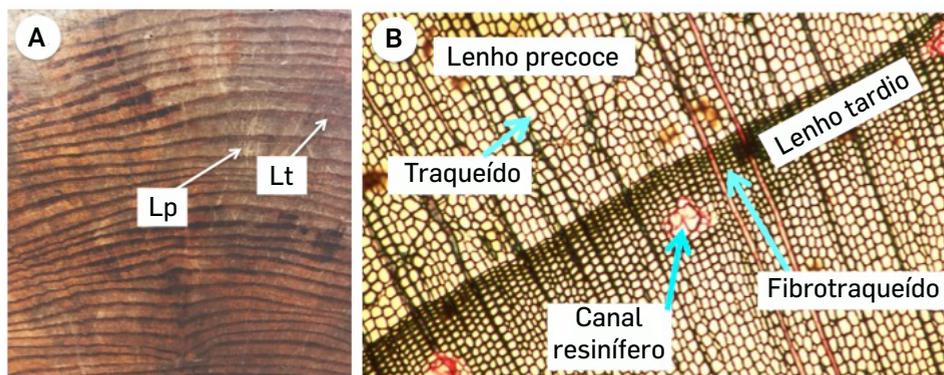


FIGURA 3. Anéis de crescimento no caule de uma árvore. A - Podem observar-se vários anéis de crescimento, cada um deles formado por uma zona mais clara (lenho precoce, Lp) e uma zona mais escura (lenho tardio, Lt). B - Seção anatômica onde são visíveis dois anéis de crescimento. As células do lenho tardio, formado essencialmente por fibrotraqueídeos, apresentam um tom mais escuro devido a uma maior espessura da parede celular e ao reduzido lúmen celular.

Se se reparar num anel de crescimento, verifica-se que ele é formado por duas zonas bem distintas, uma mais clara e outra mais escura. A zona mais clara corresponde ao chamado lenho precoce ou primaveril enquanto o anel mais escuro corresponde ao lenho tardio ou outonal. Estas diferenças resultam da atividade do câmbio vascular. Quando as condições ambientais são mais favoráveis ao crescimento, o câmbio produz o chamado lenho primaveril formado essencialmente por células condutoras, traqueídeos nas coníferas e elementos de vaso nas dicotiledóneas. No final do verão e princípio do outono, o câmbio começa a ter uma atividade mais reduzida. Em consequência disso, o número de células formado é mais reduzido e o tipo celular mais comum são células de suporte, fibras nas dicotiledóneas e fibrotraqueídeos nas coníferas. No inverno, o câmbio está inativo e não produz células. Na primavera seguinte, o câmbio retoma a sua atividade e um novo anel é formado. Num corte transversal de um tronco com muitos anos é possível verificar que os anéis formados quando a planta era mais jovem (anéis mais interiores) são mais largos, pois as taxas de crescimento em árvores jovens são mais elevadas que

em árvores adultas. É também possível verificar que nem todos os anéis mais exteriores possuem a mesma espessura, fruto de condições ambientais que variam de ano para ano (disponibilidade de água, temperatura, luminosidade...). Deve ainda referir-se que numa árvore, apenas os anéis mais exteriores apresentam células funcionais, capazes de conduzir a seiva. Nos anéis mais interiores acumulam-se resinas, gomes, compostos fenólicos e muitos outros compostos nas células que preenchem o lúmen e impedem a translocação de nutrientes. Esta parte mais interna da madeira tem normalmente uma coloração mais escura e é designada por cerne ou durame (FIGURA 4). A parte mais externa, normalmente mais clara, é o borne ou alburno. Devido às suas diferentes características, estes dois tipos de madeira têm propriedades diferentes o que se reflete, por exemplo, no fabrico de mobiliário. A coloração mais escura do cerne é também muito apreciada pelos consumidores e a impregnação das células com os compostos acima referidos, associada ao seu menor teor em água, faz com que a xilema secundário desta parte da árvore seja mais resistente às condições ambientais e aos organismos que atacam a madeira. O estudo dos anéis das árvores (dendrocronologia) tem importantes aplicações práticas como sejam a datação de edifícios antigos, de pinturas e na evolução das condições climáticas.

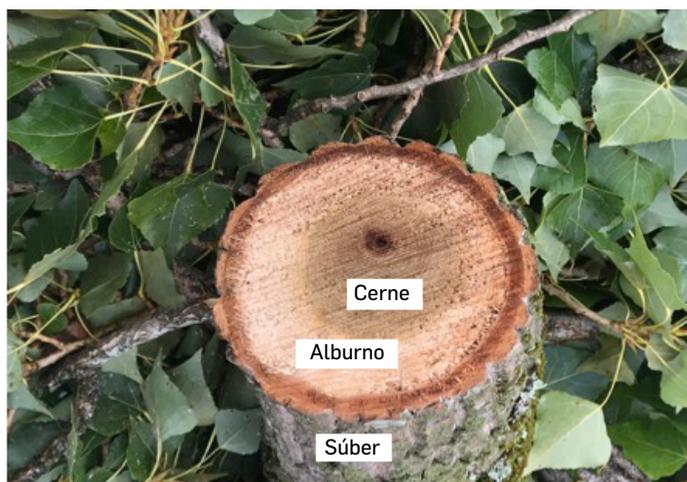


FIGURA 4. Secção transversal de um tronco de choupo onde se pode observar o cerne e o alburno.

Numa época em que muito se fala de alterações climáticas e da origem antropogénica do dióxido de carbono atmosférico, convém salientar que as árvores, devido à madeira que produzem, são importantes sumidouros de carbono, contribuindo para mitigar o efeito de uma acumulação excessiva deste gás.

# Ângulo (medidas)

João Nuno Tavares, Ângela Geraldo

CMUP/ Universidade do Porto

Quando um ponto  $P$  se move sobre uma circunferência, de centro  $O$ , rodando no sentido positivo (anti-horário), partindo de uma certa posição inicial  $Q$ , quando ele regressa a  $Q$ , após descrever uma volta inteira, diz-se que o ponto  $P$  (ou a semirreta  $OP$ , se preferir) descreveu um ângulo (de rotação) (orientado) igual a  $360^\circ$ .

## Ângulos e rotações

Se o ponto descreve um quarto de volta, o ângulo (de rotação) será igual a  $\frac{1}{4} \times 360^\circ = 90^\circ$ . Um outro exemplo,  $300^\circ$  representa o valor do ângulo correspondente à rotação positiva de  $P$  de  $\frac{300}{360} = \frac{15}{18}$  de volta inteira.

Quando  $P$  roda no sentido negativo (horário), os ângulos são negativos.

Não há qualquer razão matemática para que uma volta inteira corresponda a  $360^\circ$ , ou, de outra forma, para que a unidade de medida seja o grau,  $\frac{1}{360}$  de volta inteira. De facto a única razão é de carácter histórico - é assim desde a antiguidade clássica. Como veremos, existe uma unidade de medida mais apropriada do ponto de vista matemático - o radiano.

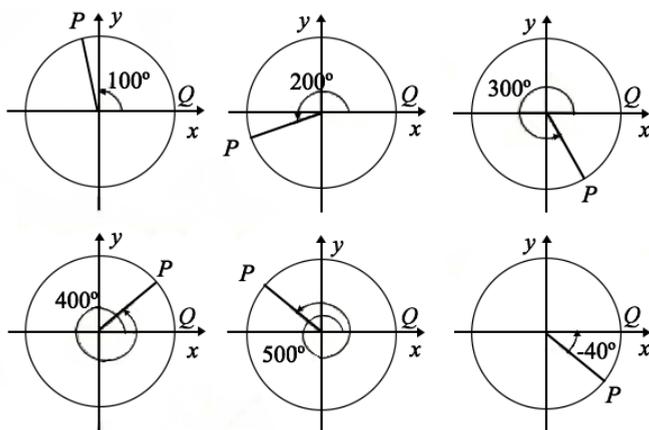


FIGURA 1. Ângulos de rotação.

Mas o que significa um **ângulo (de rotação)** de  $500^\circ$ ? Como  $500^\circ = 360 + 140^\circ$ , significa que o ponto  $P$  deu uma volta inteira, no sentido positivo, a que correspondem  $360^\circ$ , e depois continuou a rodar descrevendo um ângulo (de rotação) correspondente à rotação positiva de  $P$  de  $\frac{140}{360} = \frac{7}{18}$  de volta inteira (veja a FIGURA 1).

Podemos pois definir ângulos de rotação ou, mais simplesmente, ângulos de qualquer valor, racional ou irracional, positivo ou negativo, medidos em graus.

## Ângulos orientados

### Noção de ângulo

Uma semirreta de origem  $O$ , pertencente a um dado plano, pode mover-se nesse plano rodando em torno de  $O$  em dois sentidos: ou no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio que será o sentido positivo, ou no sentido oposto, sentido negativo.

Quando a semirreta partindo da posição  $a$ , roda em torno da origem  $O$  acabando por ocupar a posição  $b$ , diz-se que descreveu o ângulo  $\angle a, b$ . À semirreta  $a$  chamamos *lado origem* e à semirreta  $b$  *lado extremidade*. O ponto  $O$  é o vértice do ângulo.

Assim, o ângulo é positivo ou negativo, conforme o sentido de rotação que leva o lado origem a ocupar a posição lado extremidade seja positivo ou negativo. Nestas condições, a ordem pela qual se consideram lados do ângulo não é indiferente tendo o ângulo um sentido (*ângulo orientado*).

Quando a semirreta  $a$  descreve uma rotação em torno da origem  $O$  de tal forma que vem a ocupar a posição inicial, efetuando assim uma revolução completa num dado sentido, dizemos que essa semirreta descreveu o ângulo de um giro, ou mais simplesmente, um **ângulo giro**. E como nada impede que esse movimento de rotação continue (no sentido positivo ou negativo), concebem-se assim ângulos (positivos ou negativos) que podem exceder um ou mais ângulos giros.

Portanto, um par ordenado  $(a, b)$  de duas semirretas com a mesma origem  $O$  corresponde a um ser geométrico múltiplo chamado **ângulo trigonométrico**, constituído por um número infinito de determinações, cada uma das quais se refere à amplitude e sentido da rotação que leva o lado origem a coincidir com o lado extremidade.

### Medida dos ângulos

Se  $A$  e  $U$  forem duas grandezas (da mesma espécie contínua) e se  $U$  for não nula, existe um e um só número real  $\alpha$  tal que,  $A = \alpha U$ . A este número  $\alpha$  chama-se a medida de  $A$  relativamente a  $U$ . Determinar  $\alpha$  é medir a grandeza  $A$  tomando para unidade a grandeza  $U$ .

Considerando agora os ângulos orientados, podemos afirmar que dadas duas determinações  $A$  e  $U$ , ( $U$  não nulo), de dois ângulos, existe um e um só número real  $m$  tal que,  $A = mU$ .

O número  $m$  representa assim a medida da determinação do ângulo  $A$  relativamente à unidade  $U$ .

Fixada a unidade  $U$  estabelece-se assim uma correspondência biunívoca entre o conjunto dos *ângulos orientados e conjunto dos números reais* (medidas dos ângulos). Esta correspondência é tal que a relação de igualdade, a relação de grandeza e a adição de **ângulos** se traduz, respetivamente, na relação de igualdade, na relação de grandeza e na adição de **números reais**.

A escolha da unidade  $U$  é arbitrária, mas habitualmente usa-se um dos três sistemas de unidades definidos em seguida.

## Sistema sexagesimal

No sistema sexagesimal admite-se como unidade fundamental o **grau**. Um grau corresponde a  $\frac{1}{90}$  do ângulo reto que por sua vez é um quarto de um ângulo giro.

Assim sendo, um ângulo reto mede  $90^\circ$  (90 graus) e um ângulo giro mede  $360^\circ$  (360 graus) pois  $90 \times 4 = 360$ .

Como submúltiplos do grau usam-se:

O **minuto sexagesimal** ( $1'$ ) corresponde a  $\frac{1}{60}$  do grau, ou seja, 60 minutos sexagesimais são 1 grau.

O **segundo sexagesimal** ( $1''$ ) corresponde a  $\frac{1}{60}$  do minuto e portanto  $\frac{1}{3600}$  do grau, ou seja, 3600 segundos sexagesimais são 1 grau.

O **décimo do segundo**, o **centésimo do segundo** etc.

Submúltiplos do grau	Um grau
Minutos	60
Segundos	3600
Décimos de segundo	36000
Centésimos do segundo	360000
...	...

### Exemplo

Um ângulo composto de 30 graus, 12 minutos, 8 segundos e 2 centésimos que simbolicamente podemos representar por  $30^\circ 12' 8'', 02$  tem uma medida em graus de  $30 + \frac{12}{60} + \frac{8}{3600} + \frac{2}{360 \times 100} \simeq 30,2023$ .

Para indicar a medida deste ângulo usamos habitualmente a notação  $30^\circ 12' 8'', 02$  para nos referirmos ao número anterior.

## Sistema centesimal

No sistema centesimal admite-se como unidade fundamental o **grado**. Um grado corresponde a  $\frac{1}{100}$  do ângulo reto que por sua vez é um quarto de um ângulo giro.

Assim sendo, um ângulo reto mede  $100^{\circ}$  (100 grados) e um ângulo giro mede  $400^{\circ}$  (400 grados) pois  $100 \times 4 = 400$ .

Como submúltiplos do grado usam-se:

O **minuto centesimal** ( $1'$ ) corresponde a  $\frac{1}{100}$  do grau, ou seja, 100 minutos centesimais são 1 grado.

O **segundo centesimal** ( $1''$ ) corresponde a  $\frac{1}{100}$  do minuto e portanto  $\frac{1}{10000}$  do grado, ou seja, 10000 segundos centesimais são 1 grado.

O **décimo do segundo centesimal**, o **centésimo do segundo centesimal** etc.

Submúltiplos do grado	Um grado
Minutos	100
Segundos	10000
Décimos de segundo centesimal	100000
Centésimos do segundo centesimal	1000000
...	...

### Exemplo

Um ângulo composto de 20 grados, 8 minutos e 24 segundos que simbolicamente podemos representar por  $20^{\circ} 8' 24''$  tem uma medida em grados de  $20 + \frac{8}{100} + \frac{24}{10000} = 20,0824$ .

Para indicar a medida deste ângulo no sistema centesimal usamos habitualmente a notação  $20^{\circ} 8' 24''$  para nos referirmos ao número anterior.

## Sistema circular

No sistema circular a unidade de medida é o radiano. Como sabemos um radiano é a medida de um ângulo ao centro definido num círculo por um arco com o mesmo comprimento que o raio do círculo. Sabemos também que existe proporcionalidade direta entre a medida de um ângulo ao centro e o comprimento do arco correspondente. Considerando o ângulo da FIGURA 1 (ver página 27) podemos então estabelecer que:

$$\frac{\text{medida de um radiano}}{\text{medida de um ângulo giro}} = \frac{\text{comprimento do arco } AB}{\text{comprimento da circunferência}}$$

Como o comprimento do arco  $AB$  é igual ao raio do círculo, resulta que

$$\frac{\text{medida de um radiano}}{\text{medida de um ângulo giro}} = \frac{r}{2\pi r} = \frac{1}{2\pi}$$

Esta relação mostra que a medida de um *ângulo giro* é de  $2\pi$  radianos. Estabelecendo a relação com os dois sistemas de unidades anteriores temos que:

$$360^\circ = 2\pi \text{ radianos} \quad \text{e} \quad 400^\circ = 2\pi \text{ radianos}$$

Daqui resulta que,

$$1 \text{ radiano} = \left(\frac{360}{2\pi}\right)^\circ \simeq 57^\circ 17' 45''$$

$$1 \text{ radiano} = \left(\frac{400}{2\pi}\right)^\circ \simeq 63,6620^\circ$$

## Passagem de um sistema de unidades para outro

Consideremos um ângulo  $\angle a, b$  qualquer e designemos por  $s, c$  e  $d$  as suas medidas nos sistemas sexagesimal, centesimal e circular, respetivamente. Necessitamos de estabelecer uma relação destas medidas com medidas já conhecidas, como por exemplo, a medida de um *ângulo raso*, que é de  $180^\circ$  no sistema sexagesimal, de  $200^\circ$  no centesimal e de  $\pi$  rad no circular. Como a razão entre grandezas da mesma espécie é o quociente das suas medidas relativamente a uma unidade comum, resulta que a razão entre o ângulo  $\angle a, b$  e o ângulo raso pode ser expressa pelos números  $\frac{s}{180}, \frac{c}{200}$  ou por  $\frac{d}{\pi}$ .

Como os três números anteriores são iguais então temos que:

$$\frac{s}{180} = \frac{c}{200} = \frac{d}{\pi}$$

Esta relação permite-nos, conhecendo a medida de um ângulo num dos sistemas, determinar a medida desse mesmo ângulo num dos outros dois sistemas de unidades.

### Exemplo

Cálculo das medidas do ângulo  $28^\circ 48'$  nos sistemas centesimal e circular.

Usando a relação anterior temos que  $s = 28,8$  pois  $48' = 0,8^\circ$ , então

$$\frac{28,8}{180} = \frac{c}{200} \Leftrightarrow c = \frac{200 \times 28,8}{180} = 32$$

Da mesma forma determinamos a medida do ângulo no sistema circular:

$$\frac{28,8}{180} = \frac{d}{\pi} \Leftrightarrow d = \frac{\pi \times 28,8}{180} = \frac{28,8}{180} \pi = \frac{4}{25} \pi \simeq 0,503$$

Logo, o ângulo  $28^\circ 48'$  mede  $32^s$  no sistema centesimal e aproximadamente  $0,503$  rad no sistema circular.

## Notas históricas

Dos três sistemas de unidade descritos anteriormente é o sistema circular que parece suscitar maior interesse *teórico* pela quantidade de assuntos matemáticos em que intervém. Já os outros dois sistemas, sistema sexagesimal e sistema centesimal, são mais utilizados nas aplicações práticas mais elementares.

O **sistema sexagesimal** será, dos três sistemas de unidades, o mais antigo, como podemos ler na *Enciclopédia das Matemáticas Elementares*, "*O sistema sexagesimal é de origem remotíssima. Os Babilônios dividiam a circunferência em 360 partes iguais e esta subdivisão transmitiu-se aos Gregos e Árabes e chegou até nós*".

O **sistema centesimal** parece datar do séc. XV. O notável geômetra H. Briggs (1556-1630) utilizou a subdivisão centesimal na construção duma tábua trigonométrica. Mais tarde, o matemático francês J. L. Lagrange (1736-1813) mostrou-se defensor da substituição do sistema sexagesimal pelo sistema centesimal de unidades de medida de ângulo. Apesar do sistema centesimal ser mais cómodo a nível de cálculo, uma vez que se usam medidas expressas em números decimais, ainda hoje podemos verificar que o sistema mais utilizado e mais comum é o sistema sexagesimal.

---

# Simulação Social

Helder Coelho

MAS BioISI, Colégio Doutoral Mente-Cérebro, Universidade de Lisboa

**A Simulação Social refere-se ao uso de métodos computacionais e analíticos, baseados na Ciência da Complexidade e na Ciência dos Dados e, ainda, no rigor matemático para melhorar a compreensão dos sistemas sociais (por exemplo, alguns problemas nacionais, como a mobilidade urbana e os transportes, a crise financeira global, a saúde pública, ou a educação). Nalguns casos, recorre-se à interseção de disciplinas, como a Ciência da Computação, Inteligência Artificial, Sociologia, Filosofia, Física Aplicada, Investigação Operacional e Estatística. A inter e multidisciplinaridade é frequente e isso impõe uma flexibilidade mental muito apreciada para cruzar saberes e descobrir soluções.**

Quando se fala em complexidade queremos dizer que estes problemas nascem associados a múltiplos aspetos e componentes, e a inúmeras relações e interações. Por exemplo, as eleições num país são hoje objeto da exploração de redes sociais (e do aplicativo WhatsApp) via Internet, do recurso a notícias falsas, além da atividade habitual dos *media* correntes (jornais, rádio, televisão). Daqui resultam padrões de comportamentos humanos coletivos em grande escala e com uma relevância política assinalável.

Peguemos no caso das manifestações de rua, que por vezes envolvem a violência, e que são habituais em muitos países (França, Ucrânia, Reino Unido, Espanha, Itália, Egito). Na última década, as do Cairo ficaram famosas por estarem associadas à chamada Primavera Árabe, num conjunto de países do norte de África (Tunísia, Argélia e Marrocos). Em geral, recorre-se às reportagens em vídeo (televisão e rádio), às entrevistas, ou aos inquéritos de rua. Podemos também estudar estes conflitos sociais, graças à simulação social e às redes, os quais são confrontações entre atores públicos, um tipo de lutas pelo poder e a agência numa sociedade.

No caso do recurso à simulação social, baseada em computador, e quando existe complexidade, podemos recorrer à modelação baseada em agentes inteligentes (vulgo *Agent Based Modeling* ou ABM), um tópico da Inteligência Artificial, e a ferramentas computacionais simples, como o NetLogo (disponíveis livremente na Internet). Um agente é qualquer entidade que percebe o ambiente envolvente (através de sensores) e que age através de atuadores. Deve ser autónomo, isto é, decidir por si próprio (em função dos estímulos recebidos da envolvente) de forma a alcançar os seus objetivos, e possuir algum mecanismo de cognição. Isso permitirá a

construção rápida de demonstrações e protótipos, a visualização das interações e o controlo de vários parâmetros num cenário simples. A dinâmica dos padrões ajuda a pensar e sugere ainda várias outras experiências que se podem depois fazer. O modelo de agentes escolhido consagra o círculo virtuoso de *observar-planear-comportar*, com estados internos e decisão.

A Simulação é uma área popular neste momento em muitas conferências científicas, ao longo do ano, inclusive em Portugal, com uma comunidade científica muito ativa em vários pontos do país.

Quando se enfrenta um conflito social, seja ele uma simples rixa de rua ou um violento confronto numa escadaria, a complexidade surge para nos alertar sobre os modos como a natureza humana se revela através de sentimentos. Sabemos que nem sempre os estados mentais são triviais, os dos seres humanos e os dos agentes artificiais, e que existe sempre uma complicação que emerge dos comportamentos por causa de emoções descontroladas, quase sempre por causas difíceis de explicar.

Se saltarmos da vida humana para os mundos virtuais e artificiais, os agentes podem não ter corpo e muitas vezes não necessitam mesmo de características sociais e emocionais (caso de se adotarem modelos só com dois estados mentais, crenças e objetivos). Esta simplificação pode condicionar as atividades de pensar, refletir e antever as correntes de causalidade, de gerar os efeitos e do que virá a seguir no futuro. E isso pode constituir um enorme desafio e, por vezes, opta-se por amplificar essas habilidades, obtendo-se uma ajuda para a meditação da complexidade.

A plataforma ProtestLab é uma instalação laboratorial realizada em NetLogo, usando várias janelas de observação (variáveis) e contagem de aspetos, que permite realizar experiências sociais e complexas (em 2D e 3D). Os agentes não são sofisticados e não necessitam de modelos pesados (tipo Beliefs-Desires-Intentions ou Agent\_Zero), respondendo bem a um leque de perguntas sofisticadas (O que engendrou a violência e porquê? Como e porquê se agruparam os agentes para atacarem os outros?).

Podemos ter pelo menos 1000 agentes, com tipos e personalidades diferentes (jornalistas de televisão para obter imagens de choques, polícias de motim, comando policial e manifestantes variados, desde os passivos até aos mais ativos e conflituosos) e uma condição humana variada (líderes, seguidores), num cenário pré-determinado em Lisboa (manifestação pela rua de São Bento abaixo, desde o Largo do Rato até às escadas da Assembleia da República (AR)), com saídas para a calçada da Estrela, avenida de D. Carlos I e rua de São Bento. O cenário de violência poderá surgir ao longo do trajeto da manifestação, entre os assistentes colocados nos passeios e o grosso dos manifestantes e na escadaria quando alguns participantes pretenderem subir as escadas, à força, e invadir a AR.

## Simulation AR5

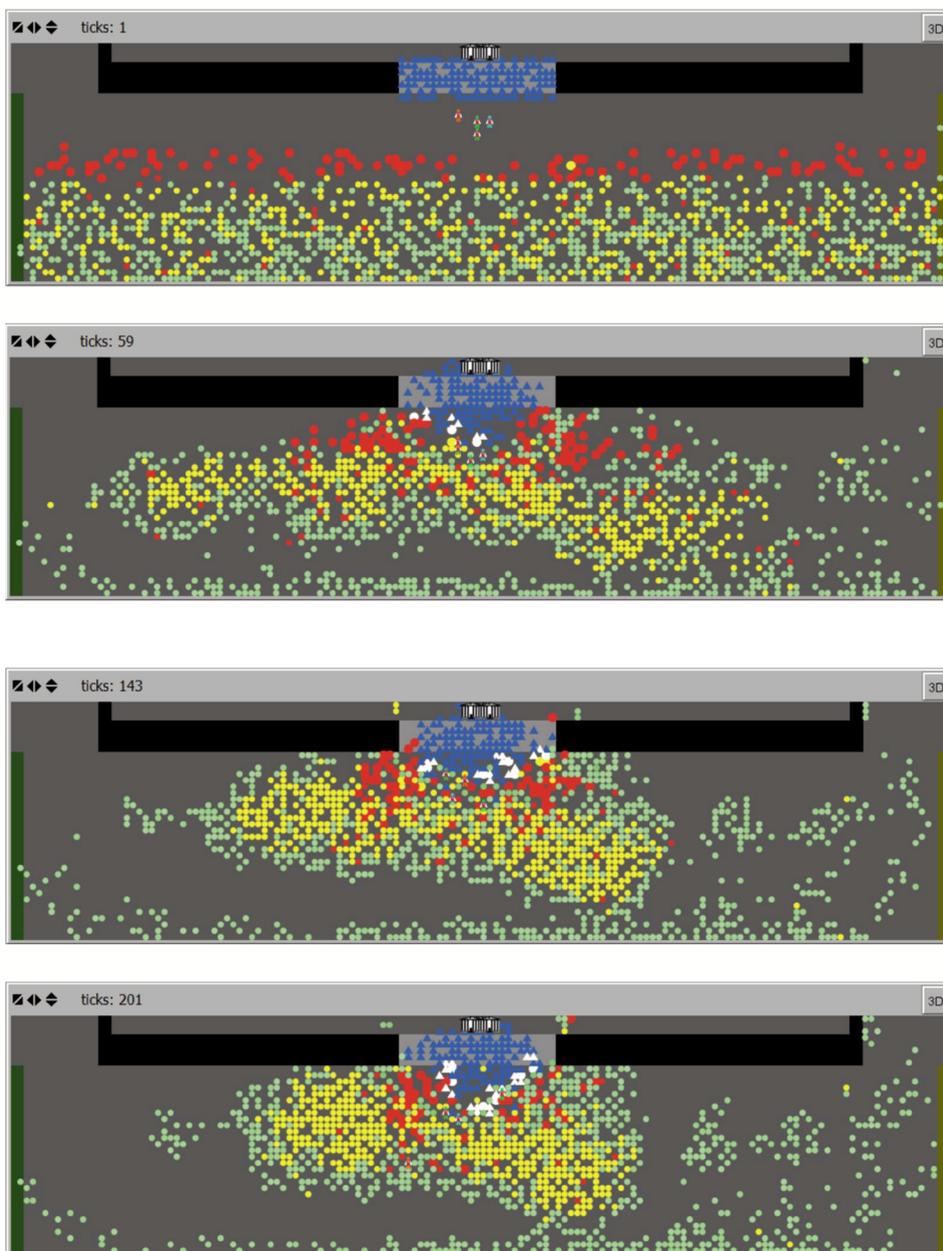


FIGURA 1. Protestos na rua: representação em 2D dos manifestantes, polícia e jornalistas junto às escadarias da Assembleia da República, em Lisboa. (Polícias a azul, manifestantes violentos a vermelho, manifestantes em luta a branco, manifestantes ativos a amarelo, manifestantes normais a verde, jornalistas (TV) figuras). Apresentam-se 4 instantâneos da simulação, o ponto de partida e o resultado depois de 59, 143 e 201 passos. Pode observar-se a dinâmica dos vários tipos de agentes considerados na simulação.

O realismo poderá ser restringido pelo número total de agentes envolvidos. O escalonamento até 2 000, 3 000, 5 000 ou 10 000 indivíduos poderá ser difícil num computador portátil (mas não num supercomputador), considerando a sua capacidade normal de armazenamento de dados e mesmo o seu poder de processamento. Esta atualização da dimensão da massa de manifestantes evoca a questão central do realismo e é material para uma avaliação mais ponderada sobre a verosimilhança dos resultados obtidos. O recurso a imagens de outras manifestações (Madrid, Kiev, Londres, Cairo) permitirá um julgamento mais rigoroso, sobretudo se o contexto dos embates estiver acessível.

A ausência de agentes mais sofisticados (sem pulsões e laços sociais) também reduzirá o realismo da experimentação, embora se possa optar por 3 dimensões, melhorando a qualidade dos choques, o efeito visual mais espetacular e a natureza social do sistema. No entanto, a expressão de toda a paleta emocional de criaturas não será completamente revelada nos agentes artificiais e em escala microscópica. De igual modo, o efeito macro não será totalmente atingido, embora não seja pobre, e obter-se-á algo francamente interessante para refletir com o tempo e no espaço. Nomeadamente, os fenómenos complexos serão captados e compreender-se-á que estamos perante algo sofisticado do ponto de vista de um sistema social dinâmico e adaptativo. A temporalidade deverá ser analisada com algum cuidado, pois o efeito tempo poderá tornar a análise dos eventos mais acessível. Se optar por recorrer a um mecanismo de previsão do futuro (com aprendizagem e redes neuronais convolutas), o comando da polícia de choque reagirá com melhores estratégias para atrasar o progresso dos invasores, e, eventualmente, desviar parte dos manifestantes para as saídas.

A construção e montagem artificial permitirá deixar antever um estado natural, submetido a normas e restrições, onde uma lógica de ações e reações ao longo do tempo será visível. As circunstâncias marcadas pela simulação poderão aproximar-se do realismo, possibilitando o acompanhamento das dinâmicas dos grupos, das adaptações e da evolução dos choques. As relações de coordenação e colaboração ajudarão a isolar as multidões e a focar os agrupamentos. A transparência das escalas é razoável, com destaque para a atuação das lideranças das duas principais frentes (polícias *versus* protestantes) e com o acompanhamento dos media. O recurso a redes sociais e a notícias falsas também são vulgares e devem ser consideradas (transversalidade), com algum cuidado, pois provocam situações inesperadas (veja-se o caso do Brasil em 2018).

A ilusão da profundidade está também presente e acompanha o desenrolar dos acontecimentos, cuja imbricação pode ser horizontal ou vertical, em camadas. Sobretudo, a transparência das contas a ajustar é visível e não há desencanto, o que garante um efeito *voyeur* de quem acompanha de fora o desenlace final. Será interessante sublinhar como as organizações de dependência (em coletivos) poderão se comportar e que conseqüências provocarão no desenrolar de outros eventos.

A falta de corpos, nos agentes, não impede a abstração da dança entre os intervenientes, embora a falta de paixões não permita qualquer tipo de empatia ou agudização da cólera e da raiva (procura de possíveis vítimas tipo bodes expiatórios). E, a curiosidade mantém-se durante todo o tempo, não afastando o efeito imaginário de quem se envolve ou já participou em demonstrações de repúdio.

Quem assiste às sessões de demonstração do ProtestLab completa os detalhes do mundo físico através da sua própria imaginação e experiência, e não se ofende com a simplicidade das mentes das personagens criadas. Nestas experiências (em ciências sociais e políticas, nas Forças Armadas, GNR ou na PSP) são os padrões a terem uma grande capacidade de interrogar os observadores. E com a acessibilidade ao mecanismo do reconhecimento de padrões criam-se possíveis complicações.

A validação dos modelos baseados em agentes em simulação social depende muito das coleções de dados disponíveis (*data sets*), em particular a partir dos levantamentos (fotográficos, vídeos, filmes de televisão, entrevistas, ou inquéritos no local) realizados durante as próprias manifestações e ainda dos comportamentos dos agentes artificiais. Deste modo, podem-se comparar os padrões, entre os produzidos pelos modelos para a simulação e os reais vividos nos locais onde se realizaram as demonstrações. Um tal tipo de comparação exige muito trabalho complementar, sobretudo ao nível sociológico. A sofisticação do carácter dos agentes sugerirá o envolvimento da análise psicológica e sociológica.

A validação pode ser quantitativa (número de manifestantes muito ativos, aprisionados, ou capazes de atrair os *media*) e qualitativa (orientada pelos movimentos dos padrões, níveis de violência, e recurso a armas), e, assim, cobrir vários aspetos, dimensões e escalas. Nalguns casos, é admitido ser impossível qualquer validação dos modelos, ou dos mecanismos subjacentes. Além dos ABMs focados nos participantes, podem também existir outros modelos exploratórios e auxiliares, por exemplo focados em previsões, que poderão ajudar a esclarecer outros tipos de situações.

Interessa ainda lembrar que a instalação do ProtestLab se destina também a ajudar a ação reflexiva, recriando simulacros (ilusões) e libertando um tipo de narrativa ficcional (como nos jogos de computador, onde se confunde amiúde o real e o imaginário, de maneira a interrogar ambas as possibilidades e a alcançar alvos possíveis).

Finalmente, hoje em dia, para os investigadores de comunicação social (*media* sobre eleições, referendos) interessa explicar os fenómenos emergentes e os coletivos, como a dinâmica da opinião pública, a atenção coletiva e a ação coletiva. Isto implica aceder a níveis de análise, das ações individuais para as interações de grupo e as dinâmicas de agregados. Muitas das teorias de comunicação mais antigas, como a da espiral do silêncio ou da cultivação (efeitos de longo prazo da televisão), oferecem intuições sobre como estes níveis de análise podem ser integrados, embora sejam difíceis de testar empiricamente.

---

# Diversidade no reino Fungi e aplicações à Indústria

Egídia Azevedo, Margarida Barata

Ce3C/CESAM/Universidade de Lisboa

**Os fungos são organismos que podem ser encontrados em quase todos os ambientes (terrestres e aquáticos) a colonizar uma grande variedade de substratos (solo, água, plantas, detritos orgânicos). O número estimado de espécies de fungos é de 2,2 a 3,8 milhões em oposição a cerca das 120 000 descritas.**

Os fungos ocorrem numa grande diversidade de ambientes: terrestre, marinho, dulçaquícola e aéreo, com uma distribuição global, das regiões temperadas às polares. Apresentam grande diversidade de formas, de ciclos de vida e de modo de vida. Os fungos na sua maioria são sapróbios, mas também existem fungos parasitas (de animais, de plantas e de outros fungos), simbioses mutualistas (como líquenes, micorrizas e ainda associações com insetos e outros animais) e predadores de animais microscópicos.

Em 1991, foi apresentada uma estimativa conservadora para a biodiversidade fúngica de 1,5 milhões de espécies. Os cálculos basearam-se no número de plantas vasculares e de fungos descritos para a Grã-Bretanha e na constatação que existiriam 6 espécies fúngicas para cada uma das plantas vasculares.

Em 2011, Blackwel, baseado em dados moleculares, apresenta uma nova estimativa de 5,1 milhões de espécies fúngicas. Recentemente, em 2017, foram estimados novos números de espécies para a biodiversidade fúngica global: 2,2 a 3,8 milhões. Nesta estimativa foram consideradas: as espécies crípticas, os dados de sequenciação das amostras ambientais, a comparação entre dados moleculares e dados morfológicos, as novas extrapolações da proporção fungo por planta, os *hot spots* de biodiversidade, os ambientes pouco inventariados e os materiais de coleção em estudo. O número de espécies fúngicas descritas é 120 000, que é

cerca de 3 a 8% do número estimado de espécies.

Até à primeira metade do século XX, os fungos integraram o Reino Plantae, na subdivisão Thallophyta. Em 1969, Whittaker criou o Reino Fungi estabelecendo a sua separação dos restantes Reinos (Animalia, Plantae, Monera e Protista). Woese *et al.* (1990), com base na análise de sequências de rRNA, apresentaram um sistema de classificação dos organismos vivos em 3 domínios: Eucarya (eucariontes); Bacteria (eubactéria) e Archae (bactérias termófilas extremas, metanogénicas e halófitas extremas), estabelecendo a origem comum para os seres vivos.

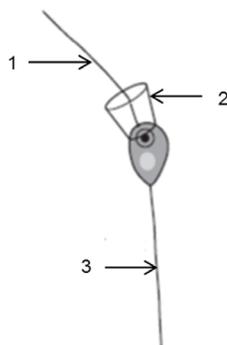


FIGURA 1. *Codosiga gracilis*. 1 - Flagelo; 2 - Colar; 3 - Pedúnculo.

*Codosiga gracilis* membro dos coanoflagelados, organismo com um flagelo e um colar, é considerado o ancestral dos fungos e dos animais (FIGURA 1). Os fungos flagelados *Olpidium brassicae* e *Rozella* sp. com posição filogenética incerta, são endoparasitas e apresentam um soma reduzido a um corpo esférico, o qual absorve os nutrientes do citoplasma circundante do hospedeiro. Microsporidia são parasitas intracelulares (principalmente de animais) sem mitocôndrias e com quitina e trealose na parede celular dos esporos (como os fungos). Os estudos moleculares realizados não suportam uma posição filogenética dentro do reino fungi (FIGURA 2).

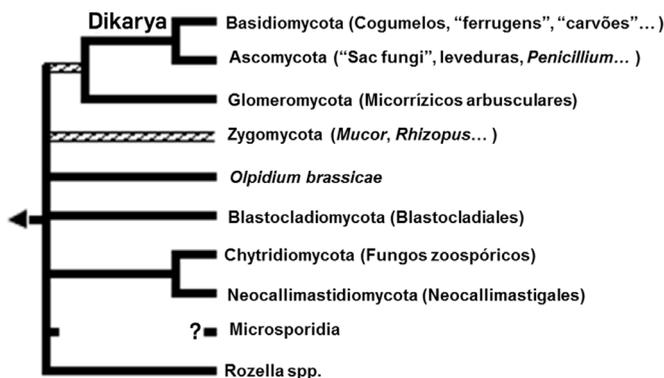


FIGURA 2. Árvore filogenética para o Reino Fungi (adaptada da Tree of Life Web project).

A identificação dos fungos baseia-se essencialmente na observação e caracterização morfológica (macroscópica e microscópica) das estruturas vegetativas e reprodutoras produzidas durante os vários estádios de maturação, com posterior utilização de chaves dicotómicas, sendo atualmente complementada com os dados provenientes da biologia molecular (análises de sequências de DNA, RNA e de proteínas).

A importância económica dos fungos é muito vasta. São importantes produtores de ácidos orgânicos como o ácido cítrico, fumárico e glutâmico e também produtores de metabolitos secundários e enzimas com diferentes aplicações (QUADRO 1).

QUADRO 1. Exemplos de metabolitos secundários e de enzimas produzidos comercialmente a partir de fungos e respetivas aplicações (adaptado de Deacon, 2006).

Metabolito	Fungo	Aplicação
Penicilinas	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Antibacteriano
Cefalosporinas	<i>Acremonium chrysogenum</i>	Antibacteriano
Griseofulvinas	<i>Penicillium griseofulvum</i>	Antifúngico
Ciclosporinas	<i>Tolypocladium spp.</i>	Imunosupressor
Giberelinas	<i>Giberella fujikuroi</i>	Hormona de plantas
Ergotinas	<i>Claviceps purpurea</i>	Muitos efeitos incluindo: tratamento de enxaquecas; vasoconstritor; vasodilatador; anti-Parkinson; anti-hipertensão e distúrbios psiquiátricos
Enzima		
$\alpha$ -amilase	<i>Aspergillus niger</i> , <i>A. oryzae</i>	Hidrólise do amido
Protease	<i>Aspergillus spp.</i>	Hidrólise de proteínas (panificação)
Pectinase	<i>Aspergillus</i> , <i>Rhizopus</i>	Clarificação de sumos de fruta
Lipase	<i>Mucor</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>	Lactínios e detergentes
Renina	<i>Mucor spp.</i>	Coagulação do leite
Celulase	<i>Trichoderma reesei</i>	Indústria alimentar
Lactase	<i>Aspergillus niger</i>	Indústria alimentar

Os fungos também são responsáveis pela produção de muitos dos nossos alimentos. A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com soma unicelular e conhecida pelo nome vulgar de levedura do padeiro, é o microrganismo usado no fabrico do pão. As leveduras com o metabolismo fermentativo, no qual utilizam a glucose produzindo etanol e dióxido de carbono, são também utilizadas na produção de bebidas alcoólicas como o saké Japonês, a cerveja e o vinho.

As espécies *Penicillium camemberti*, *P. roquefortii* e *P. caseiolum* são responsáveis respetivamente pela produção dos queijos Camembert, Roquefort e Brie, conferindo distintos

sabores, texturas e aromas a estes queijos.

Muitos dos cogumelos silvestres são comestíveis e por isso são colhidos no campo e comercializados em mercados, entre os mais apreciados estão as trufas (*Tuber melanosporum* e *Tuber magnatum*), pertencentes ao filo Ascomycota, cujos ascocarpos lembram tubérculos, com odor característico e que são diferenciados debaixo do solo (hipógeos). As trufas formam micorrizas com as raízes de árvores como os carvalhos.

Nos últimos anos registou-se um aumento considerável das atividades económicas relacionadas com a exploração dos cogumelos silvestres. Várias associações micológicas promovem festivais de mísscaros (*Amanita ponderosa*, *Lactarius deliciosus*), associando a colheita deste recurso à prova gastronómica das espécies encontradas.

Algumas espécies de fungos pertencentes ao filo Basidiomycota já são cultivadas em estufas e os seus corpos frutíferos – basidiocarpos – são comercializados em supermercados. Em Portugal, os principais cogumelos comercializados são: *Agaricus bisporus* ("champignon de Paris"), *Pleurotus ostreatus* (cogumelo ostra), *Lentinula edodes* ("shiitake") e *Lactarius deliciosus* (mísscaros, sancha). Como curiosidade, os fungos conhecidos pelo nome vulgar de "champignon de Paris" são muito apreciados e utilizados em receitas culinárias como *stroganoff*, risotos e pizzas. São ricos em proteínas, em vitaminas do complexo B e em sais minerais, como o Ca, K, P, e Mg.

Considerando o elevado número estimado de espécies fúngicas ainda por identificar é de prever que num futuro próximo, com os avanços científico-tecnológicos, seja possível obter novos produtos (como novos medicamentos, biofertilizantes, novos alimentos) a partir destes organismos, aumentando deste modo o sucesso da aplicação dos fungos em benefício do homem e do ambiente.

---

# Tesouros Geológicos da Jordânia

Luís Vítor Duarte

MARE- Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra

42

A Jordânia é um território com uma história e um património construído riquíssimos, e onde o termo “tesouro” faz todo o sentido. Mesmo em termos geológicos. Para ganhar um “apetite” adicional, houve a necessidade de rever a longa-metragem *Lawrence da Arábia*, que sustenta este novo percurso por mais um território despido de vegetação. O terceiro capítulo da série *Indiana Jones, A Última Cruzada*, estreado em 1989, também nos ajuda a orientar naquele território, preparando os nossos olhos para o imenso património histórico e geológico da Jordânia, que só resta ser contemplado *in situ*. Nesta viagem, a fasquia é bem alta e fica difícil optar por onde começar: Wadi Rum e Petra, dois sítios classificados internacionalmente pela UNESCO. E dois espaços de água salgada: o Golfo de Aqaba e o Mar Morto!

Começamos pelo Wadi Rum, o extenso e inigualável deserto de cor vermelha, com os seus penhascos rochosos, aqui e ali esculpidos com a imagem do oficial britânico E.T. Lawrence, o Lawrence da Revolta Árabe. Quase no limite com a Arábia Saudita, na extremidade sul da Jordânia, abundam neste ambiente desértico sedimentos de cor avermelhada, moldados pelos agentes eólicos, de onde sobressaem inselbergues (conceito que abrange, por exemplo, o Pão de Açúcar no Rio de Janeiro, ou o castelo e grande parte da vila que viu nascer Pedro Álvares Cabral), geralmente compostos na sua base por rochas granitoides do designado Complexo de Aqaba do Proterozoico Superior. Assente sobre esta unidade, em inconformidade, ocorre uma sucessão estratigráfica siliciclástica, o Grupo Ram, composta por arenitos e siltitos, sendo a base localmente mais conglomerática e de cor avermelhada (FIGURA 1). Dominando grande parte das referidas morfologias, estes sedimentos de origem essencialmente fluvial, são datados do Paleozoico, concretamente dos seus dois primeiros períodos, Câmbrico e Ordovícico. Algumas rochas mostram uma particular abundância em feldspatos (arcoses), o que sugere que este território, nos primórdios do Fanerozoico, há cerca de 500 milhões de anos, era algo diferente do atual, onde a água doce não faltava, com a sedimentação a ocorrer muito próxima da área mãe dos referidos sedimentos.



FIGURA 1. A imagem de entrada em Wadi Rum, a seguir ao Centro de Visitantes: as "seven pillars of wisdom". Onde se nota muito bem a inconformidade entre as rochas ígneas proterozoicas do Complexo de Aqaba (na base; aqui com uma cor escura intensa devido à ocorrência de rochas básicas) com rochas arenosas, estratificadas, do Paleozoico Inferior (Grupo Ram).

Distanciada cerca de 100 quilómetros de Wadi Rum, mas algo idêntica quanto ao seu contexto geológico, litológica e temporalmente falando, deparamo-nos com aquela que é considerada a segunda das novas Sete Maravilhas do Mundo: a cidade nabateia de Petra. Um hino à arte e arquitetura! Com afloramentos de arenitos e rochas afins, do Paleozoico Inferior, intensamente esculpidas no mais ínfimo pormenor estético, desde o desfiladeiro, estreito, longo e sinuoso, que conflui no símbolo mais globalizado de Petra, o Al-Khazneh (*tesouro*) (FIGURA 2), até às múltiplas fachadas que compõem este sítio arqueológico. O enquadramento ideal para Harrison Ford (o Indiana Jones) e o seu fictício pai, Sean Connery, protagonizarem a alucinante busca do *Cálice Sagrado*. Do ponto de vista geomorfológico, é particularmente interessante uma visão aérea deste espaço, que nos permite perceber melhor o lado escondido onde se instalou esta cidade e que se aproveitou dos intensos fenómenos de erosão ocorridos ao longo dos últimos milénios. Curiosamente, uma cidade instalada nas mesmas unidades que afloram em Wadi Rum. No caso, com arenitos mais quartzosos, com belíssimas estruturas entrecruzadas, a testemunharem uma continuidade da ação fluvial então reinante nesta porção do atual Médio Oriente, embora com maior influência marinha relativamente aos registos no "deserto vermelho".

De repente, vem à memória os *Dez Mandamentos* de Cecil de Mille, de Moisés, e da "abertura" do Mar Vermelho. É que muito próximo de Wadi Rum surge o Golfo de Aqaba, a "ramificação" direita do Mar Vermelho, separada do Golfo do Suez pelo "bíblico" Monte Sinai. Seguramente, um dos recortes morfológicos da Terra visto do Espaço que chama particular atenção. E que tem a necessária explicação geológica. Basta centrar-nos no **Ciclo de Wilson** que, associado à teoria da tectónica de placas, exemplifica a génese, evolução e morte de um oceano.

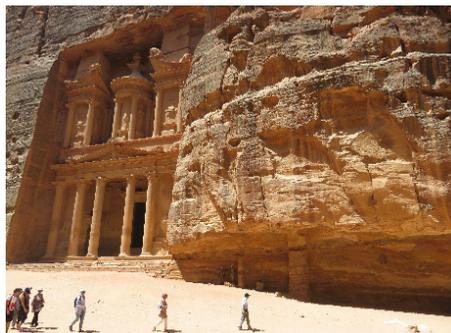


FIGURA 2. O Al-Khazneh, o grande ícone de Petra, esculpido em rochas arenosas do Paleozoico Inferior (Grupo Ram). Lateralmente à fachada nota-se claramente a estratificação das rochas.

Tendo sempre por base o princípio do Uniformitarismo, neste ciclo, o Mar Vermelho exemplifica precisamente a fase embrionária de um oceano (a "Fase Mar Vermelho"), com direito a rifte médio oceânico, de natureza basáltica. Uma história complexa de atividade magmática recorrente e diferenciada e que separa hoje as placas arábica e africana. Neste contexto, o Golfo de Aqaba não é mais do que o efeito de uma falha transformante, prolongando-se para norte, pelo Mar Morto e pelo não menos bíblico vale do rio Jordão. Independentemente deste enquadramento, a viagem de Wadi Rum para Aqaba é um dos melhores espetáculos que se podem vivenciar em termos geológicos. Aqui, as rochas granitoides, proterozoicas, do Complexo de Aqaba, o tal que aflora na base rochosa de Wadi Rum, encontram-se intensamente recortadas por diques magmáticos de diversas composições mineralógicas e geoquímicas. O percurso ao longo do Wadi Araba, para norte de Aqaba, onde se desenha uma das mais problemáticas fronteiras políticas do mundo atual, permite-nos assomar ao mítico Mar Morto. Que, inevitavelmente, teria de ser o último sítio geológico selecionado. Por duas razões: a primeira delas, por uma questão de história geológica. Dos quatro lugares visitados, este é o que ilustra a evolução geológica mais recente, enquadrada por rochas do Cenozoico e testemunhada pela diminuição anual, gritante, do seu nível de água. A segunda, porque é o sítio ideal para culminar esta visita, experimentando os efeitos da elevada densidade da água deste cada vez mais reduzido lago hipersalino (cerca de 28% de sal dissolvido, perto de 7 vezes superior à concentração média dos oceanos), cuja temperatura dá a sensação de um "caldo". Resultante do clima tórrido e árido, da quase ausência de água doce que anteriormente provinha do rio Jordão, o fenómeno de evaporação é máximo. Estamos só no ponto da superfície terrestre mais baixo do Planeta, num plano inferior ao nível do mar nos oceanos, com mais de 400 metros! Onde, contrariamente à lei da física vigente em qualquer ambiente marinho de salinidade dita normal, nunca iremos submergir. Um verdadeiro tesouro do outro mundo! Para vivenciar antes que possa desaparecer!

---

# A árvore de Natal na perspetiva de um biólogo

Jorge M. Canhoto

CEF/ Universidade de Coimbra

Estamos a poucos dias do Natal. O Natal é no inverno, mas é no outono que começa a cheirar a Natal. É a época dos frutos e também da mudança de cor das árvores, que passam do verde a uma paleta de cores, que vão do amarelo ao castanho, que tornam os jardins e as florestas locais apetecíveis para longos passeios. Mas é também quando apetece estar em casa, fazer uma lareira e comer umas castanhas acompanhadas pela tradicional jeropiga ou por um dos muitos e bons tintos das nossas variadas regiões vitivinícolas. O São Martinho (11 de novembro) marca as castanhas com o vinho novo!

É também quando se começa a pensar em “fazer” a árvore de Natal. Atualmente muitas pessoas optam por uma árvore de Natal artificial, havendo uma enorme variedade destas disponíveis no mercado. No entanto, nada se compara a uma verdadeira árvore de Natal, que pode ser mesmo uma árvore jovem ou um ramo de uma árvore adulta. As árvores artificiais foram apresentadas como alternativa ambiental, para evitar que muitas árvores sejam cortadas. No entanto, existem atualmente viveiristas que possuem árvores de Natal disponíveis para venda e que podem ser usadas durante alguns anos. Pode ser mais caro, mas uma árvore verdadeira é sem dúvida mais apelativa que uma qualquer boa cópia. Muitos municípios têm procedimentos de recolha das árvores/ramos após a época natalícia, pelo que a opção por uma árvore natural não tem atualmente impacto ambiental e não vai sobrecarregar o sistema de reciclagem de mais material plástico.

Pensa-se que em Portugal, o costume da árvore de Natal terá sido iniciado no século XVIII, por D. Fernando, marido da rainha D. Maria II, a educadora. De origem alemã, terá importado para Portugal uma tradição alemã que se crê ser devida a Martinho de Lutero, mais conhecido pelo seu envolvimento na reforma protestante. Numa noite de céu estrelado, Lutero ter-se-á

apercebido da extrema beleza das árvores envolvidas pelo brilho das estrelas, tendo replicado esse cenário enfeitando um ramo na sua própria casa, por altura do Natal. Nos países bálticos acredita-se que a tradição da árvore de Natal se iniciou em Riga, no início do século XVI. A aparente origem luterana atrasou a incorporação da árvore de Natal nos rituais que comemoram o nascimento de Cristo nos países de tradição católica do sul da Europa.

Em praticamente todo o mundo, mesmo nos países tropicais em que se celebra o Natal, a árvore de Natal é uma gimnospérmica, mais concretamente uma conífera. Deixando um pouco de lado a magia do Natal e entrando no mundo da botânica, importa referir que as coníferas constituem uma divisão das plantas chamada *Pinophyta*. São normalmente árvores (FIGURA 1) que possuem como estruturas reprodutoras cones ou pinhas (também conhecidos por estróbilos) e que são típicas das extensas florestas do Norte da Europa, Ásia e América, bem como das regiões de altitude elevada (e.g., Alpes, Pirinéus, Montanhas Rochosas). A figura da capa desta revista mostra uma pinha feminina. Para além da sua beleza, a disposição das escamas ao redor do eixo da pinha tem apaixonado matemáticos devido aos padrões a que obedece e, numa perspetiva mais prosaica, são excelentes para acender lareiras devido ao seu teor em resinas. As coníferas não produzem frutos, uma vez que não têm flores, mas as sementes de algumas destas espécies são muito apreciadas, como acontece com as sementes de pinheiro-manso, em Portugal. Os pinheiros, as epícias, os abetos, os cedros, os ciprestes, os zimbros e os teixos são exemplos de coníferas.



FIGURA 1. Pequena quinta nos Alpes Suíços, no maciço montanhoso de Pilatos, cerca de Lucerna, rodeada por uma floresta de coníferas.

Embora quase sempre coníferas, as árvores de Natal pertencem a espécies muito diferentes consoante as coníferas que estão disponíveis em cada país, quase se podendo dizer que a árvore

de Natal é a conífera que estiver mais à mão. Por exemplo, em Portugal, a espécie mais utilizada é o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) que forma extensas manchas florestais na zona centro. O pinheiro-manso (*Pinus pinea*) é também usado. Outros pinheiros que existem em Portugal, embora com áreas de distribuição muito mais reduzidas, como o pinheiro-silvestre (*Pinus sylvestris*) ou o pinheiro-do-Alepo são pouco comuns como árvores de Natal. Muitos viveiristas vendem como árvore de Natal o pinheiro-de-Douglas ou abeto-de-Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), uma árvore nativa da América do Norte. Em França são muito comuns, como árvores de Natal, o abeto branco (*Abies alba*) e a epícia vermelha (*Picea abies*), pertencentes a dois géneros diferentes.

O comércio de árvores de Natal naturais é um mercado em franca expansão e, em alguns países, como nos Estados Unidos, existem as chamadas "quintas de árvores de Natal" que se dedicam exclusivamente à propagação destas árvores. Estima-se que neste país, 98% das árvores de Natal naturais sejam compradas e apenas 2% cortadas de árvores adultas a crescer no campo. O preço médio de uma árvore de Natal vendida nos Estados Unidos ronda os 41 dólares e o mercado movimenta anualmente mais de dez mil milhões de dólares. Trata-se de uma cultura que requer uma logística complexa, uma vez que as árvores devem ser colhidas e colocadas à venda num curto período de tempo. Em termos globais, estima-se que as espécies mais utilizadas como árvores de Natal sejam 4 espécies de abeto *Abies fraseri*, *Abies balsamea*, *Abies alba* e *Abies nordmanniana*, e o já referido abeto-de-Douglas, que é uma pseudotsuga. Nenhuma destas espécies é muito conhecida em Portugal.

Para além das coníferas, existem outras espécies de plantas que são associadas às decorações natalícias. São normalmente espécies que produzem frutos vermelhos, como o azevinho (*Ilex aquifolium*) ou a gilbardeira (*Ruscus aculeatus*) ou sementes como o teixo (*Taxus bacatta*). Destas, só o último é uma conífera, sendo as outras angiospérmicas. Esta associação do vermelho ao Natal não é uma novidade com raízes no pai natal da coca-cola, mas antes uma tradição que parece remontar à comemoração do solstício de inverno por povos celtas, que utilizavam nessa comemoração o azevinho. Deve referir-se que todas as espécies acima referidas estão ameaçadas, pelo que a sua colheita no campo não é permitida, mas é hoje fácil de cultivar e assim alimentar o mercado. Do ponto de vista botânico, importa ainda referir que uma apelativa árvore de Natal requer um presépio coberto de musgo, uma designação que engloba um conjunto de plantas muito importantes do ponto de vista evolutivo, pois foram as primeiras a conquistar ambientes terrestres, as briófitas.

Em alguns países do hemisfério Sul a designação árvore de Natal é atribuída a plantas que nada têm a ver com as coníferas. Na Nova Zelândia, trata-se da espécie *Metrosideros excelsa*, uma planta da família do eucalipto (*Myrtaceae*) que floresce abundantemente na altura do Natal, o mesmo se passa na Austrália com a espécie *Nuytsia floribunda*, uma espécie semiparasítica.

Já sabíamos, lembrando Ary dos Santos, que o Natal é em dezembro/Mas em maio pode ser/Natal é em setembro/É quando um homem quiser. O mesmo se pode aplicar à árvore de Natal. Artificial ou natural, pinheiro ou abeto, árvore de Natal é tudo o que um Homem quiser.

---

# Marcas de ondulação produzidas pelo vento

in [imagem.casadasciencias.org](http://imagem.casadasciencias.org)

As marcas de ondulação formam um padrão repetitivo. Mas, tal como a repetição, as variações são inúmeras, dependentes da ação do vento sobre a superfície.

Esta ação - a repetição - é uma função central à atividade humana. Esta reincidência intrínseca à sua origem, formaliza uma espécie de dispositivo para apreender determinado conhecimento ou mecanismo e que, quando adquirido, permite identidade e estabilidade ao pensamento.

A repetição não é o *fazer igual*, portanto. Tal como as ondulações produzidas pelo vento, repetir é uma experiência dinâmica sobre algo e que no seu retorno, insiste na multiplicação de possibilidades. Ou seja, de encontrar no mesmo percurso, novas hipóteses e destinos diferentes.

Relativamente ao seu processo criativo, o artista William Anastasi é muito claro quanto a esta competência:

(...) *"Da quinta vez que ouvi a 4ª sinfonia de Mozart gostei mais dela do que a primeira vez. Então fiquei com a ideia que talvez a arte fosse da mesma maneira"*

Cláudia Amandi

I2ADS/FBAUP/ Universidade do Porto

Costumo percorrer a orla costeira do concelho de Peniche com o objetivo de captar imagens associadas à divulgação do património natural deste território. Se as fotografias reúnem potencial didático-pedagógico e em termos estéticos são adequadas, submeto-as ao Banco de Imagens da Casa das Ciências, pois talvez possam ser úteis a outros colegas. De um modo geral, tento mostrar a sua utilidade remetendo para os conteúdos suscetíveis de serem explorados em sala de aula. Para mim, este trabalho tem sido muito proveitoso, quer pela satisfação em dar a conhecer o concelho de onde sou natural, quer pelas aprendizagens efetuadas neste contexto, nomeadamente pela integração das sugestões disponibilizadas pelos editores.

O sistema praia-duna que se estende da Península de Peniche ao Baleal, dado o seu bom estado de conservação, possibilita a recolha de imagens de rara beleza. Neste caso, podem observar-se marcas de ondulação produzidas pelo vento sobre a superfície dunar.

Francisco Fidalgo Félix

Escola Secundária de Peniche



Janeiro de  
2019

## COMO PENSAR A ESCOLA COM MENOS JOVENS?

Como preparar a escola e o país para a redução demográfica?

Março de  
2019

## ESTÃO AS ESCOLAS PREPARADAS PARA A AUTONOMIA E A FLEXIBILIDADE CURRICULAR?

Como preparar/avaliar a mudança junto das escolas, dos professores e dos pais?

Maio de  
2019

## HÁ EQUILÍBRIO NA DISTRIBUIÇÃO REGIONAL NO ENSINO SUPERIOR?

A redução do número de vagas em Lisboa e no Porto cumpriu o propósito de descentralização?

Junho de  
2019

## ESTUDAR É PARA TODOS?

Quais os limites da nossa liberdade na escolha do curso de ensino superior?

Mais informações em  
[edutalks.edulog.pt](http://edutalks.edulog.pt)