



A VIDA NO NOSSO PLANETA DEPENDE DOS **MICRORGANISMOS**

18 setembro 2023

Academia das Ciências de Lisboa





A VIDA NO NOSSO PLANETA DEPENDE DOS **MICRORGANISMOS**

PROGRAMA

- 14h00 | Abertura**
Presidente da Academia das Ciências de Lisboa (ACL), José Luís Cardoso
Presidente do Instituto de Altos Estudos da ACL, Maria Salomé Pais
Presidente da Sociedade Portuguesa de Microbiologia (SPM), Jorge Pedrosa
- 14h10 | O dia internacional do microrganismo, desde a sua fundação em 2017**
Isabel Sá-Correia | ACL, iBB, LA i4HB, IST - ULisboa
- 14h30 | A saúde do Planeta e o bem estar Humano**
Helena Freitas | CFE / UCoimbra
- 15h00 | Como é que os micróbios podem tornar a agricultura mais sustentável?**
Fernando Dini Andreote | ESALQ - Universidade de São Paulo, Brasil
- 15h30 | Os microrganismos e a saúde do oceano**
Tina Keller-Costa | iBB, LA i4HB, IST - ULisboa
- 16h00 | A importância dos microrganismos e do clima na biodetioração do património cultural**
Antonio Portugal | CFE / UCoimbra
- 16h30 | Alterações climáticas e doenças infecciosas**
Jaime Nina | Infeciologista, Consulta do Viajante e Medicina Tropical / IHMT, UNL
- 17h00 | A Sociedade Portuguesa de Microbiologia: Ao serviço dos microbiólogos e da sociedade**
Jorge Pedrosa | Presidente da Sociedade Portuguesa de Microbiologia, ICVS/ICVS-3B'S, UMinho
- 17h30 | Save the microbes to save the Planet**
Rino Rappuoli | Presidente da International Union of the Microbiological Societies (IUMS); Fondazione Biotechnopolo di Siena, Italy

Moderação | Isabel Sá-Correia.

Índice

<i>O dia Internacional do Microrganismo: desde a sua fundação em 2017</i>	2
Isabel Sá-Correira ACL, iBB, LA i4HB, IST-ULisboa	
<i>A Saúde do Planeta e o Bem-estar Humano</i>	13
Helena Freitas CFE/UCoimbra	
<i>Como é que os micróbios podem tornar a Agricultura mais sustentável?</i>	19
Fernando Dini Andreote ESALQ – Universidade de São Paulo, Brasil	
<i>Os microrganismos e a saúde do oceano</i>	27
Tina Keller-Costa iBB, LA i4HB, IST-ULisboa	
<i>A importância dos microrganismos e do clima na biodetioração do património cultural</i>	39
António Portugal CFE/UCoimbra	
<i>Alterações climáticas e doenças infecciosas</i>	47
Jaime Nina Infeciologista, Consulta do Viajante e Medicina Tropical/IHMT, UNL	
<i>A Sociedade Portuguesa de Microbiologia: Ao serviço dos microbiólogos e da sociedade</i>	60
Jorge Pedrosa Presidente da Sociedade Portuguesa de Microbiologia, ICVS/ICVS-3B'S, UMinho	
<i>Save the microbes to save the Planet</i>	74
Rino Rappuoli Presidente da International Union of the Microbiological Societies (IUMS); Fondazione Biotechnopolo di Siena, Italy	

Isabel Sá-Correia

Academia das Ciências de Lisboa
iBB-Instituto de Bioengenharia e Biociências,
Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa
SPM-Sociedade Portuguesa de Microbiologia, Conselho
Consultivo e ex-Presidente (2009-2020)



Isabel Sá-Correia é Professora Catedrática Distinta Jubilada do Instituto Superior Técnico (IST) e Professora Emérita da Universidade de Lisboa (ULisboa). Fundadora da área científica e pedagógica de Ciências Biológicas do Instituto Superior Técnico, coordenou, até à sua jubilação, o grupo de Ciências Biológicas no Departamento de Bioengenharia e no Instituto de Bioengenharia e Biociências (iBB), a cuja direção pertenceu.

Licenciada em Engenharia Química pelo IST, a sua atividade académica evoluiu para as Ciências Biológicas, desenvolvendo investigação nas áreas de Microbiologia Molecular e Celular e Genómica Funcional e Comparativa com impacto em Biotecnologia Microbiana e Saúde Humana. Com projetos em curso na área da Bioeconomia Circular (Biorrefinarias integradas de leveduras), integra as listas dos cientistas mais citados ao longo da carreira a nível mundial (Stanford Univ.; áreas: Microbiologia; Bioquímica e Biologia Molecular)

Foi mentora de mais de 20 investigadores doutorados durante períodos superiores a 2 anos e orientadora científica principal de 30 teses de doutoramento. Coordenou o Programa de Doutoramento em Biotecnologia e Biociências (2008-2022) do IST e o Mestrado em Microbiologia que envolve 4 Escolas da ULisboa. Foi membro do Conselho Geral da ULisboa (2013-2021 e 2021-2022).

Foi Presidente da Sociedade Portuguesa de Microbiologia (SPM) e delegada nacional ao Conselho da FEMS (Federation of European Microbiological Societies) (2009-2020). Foi membro do Conselho Nacional de Educação (CNE) (2015-2020). Presidiu ou foi membro de diversos painéis internacionais e nacionais de avaliação de instituições, programa de investigação, projetos, cursos universitários, tendo servido em várias atividades editoriais e na organização de encontros científicos. Foi (co)fundadora e (co)organizadora do Dia Internacional do Microrganismo, promovido pela SPM durante a sua Presidência.

Membro da Academia das Ciências de Lisboa (Ciências Biológicas), foram-lhe atribuídos os Prémios: Estímulo à Ciência-prémio de Excelência pela FCT (2004), Científico (em Bioquímica) pela Universidade Técnica de Lisboa (2008), van Uden de carreira pela SPM (2021) e Special Merit Award pela FEMS (2022)

O dia Internacional do Microrganismo: desde a sua fundação em 2017

O Dia Internacional do Microrganismo nasceu em Portugal tendo-se tornado numa plataforma internacional para a divulgação e celebração da microbiologia e os seus atores: os microrganismos e os microbiólogos. Resultou de uma iniciativa lançada, em 2017, por um grupo de microbiólogos e associações nacionais relacionadas com as ciências da vida e divulgação de ciência [1]. Desde a primeira hora que a Sociedade Portuguesa de Microbiologia (SPM) [S1] acarinhou esta atividade e promoveu a sua internacionalização, primeiro na Europa (2018) e depois no resto do mundo (desde 2019) [2]. Para tal, tem contado com a colaboração de prestigiadas sociedades científicas internacionais com destaque para a FEMS (Federação Europeia das Sociedades de Microbiologia), principalmente desde 2020 [1] [2]. Após o seu ano inaugural, as celebrações do Dia Internacional do Microrganismo têm decorrido, de forma descentralizada pelo mundo, com a coesão e a identidade que lhe são atribuídas pelo seu logótipo, as mascotes, e ilustrações várias, como as aqui exemplificadas. Estas foram criadas e produzidas em Portugal e tornaram-se a sua imagem de marca, a par do *website* [S2].



O dia escolhido para comemorar a microbiologia e evidenciar o papel que uma multidão invisível de seres vivos, muito diversos, desempenha nas ciências da vida, no nosso dia a dia, e num vasto leque de atividades profissionais e oportunidades de carreira, foi o dia 17 de setembro. Celebra o dia de 1683 em que o comerciante holandês Anton van Leeuwenhoek, sem fortuna ou graus académicos, enviou, à Real Sociedade de Londres, uma carta em que descrevia, primorosamente, a primeira observação de bactérias vivas presentes na placa dentária. Tal feito resultou do facto de ter aperfeiçoado um sistema de lentes óticas que tornou possível ampliações extraordinárias para a época. Este improvável cientista lançou as bases da microbiologia ao revelar assim a vida microscópica [3].

A consciencialização da sociedade em geral, e dos mais jovens em particular, para o papel que os microrganismos desempenham na nossa vida tem um valor inestimável. De facto, facilitará tomadas de decisão adequadas com base em escolhas informadas por parte dos cidadãos, estimulará o interesse e o apreço da sociedade pela ciência, aumentará o número de investigadores e outros profissionais atraídos pela microbiologia, e orientará a tomada de decisões políticas e individuais mais adequadas [3]. Por todas essas razões, a comunidade associada à microbiologia compreendeu bem a necessidade de os microrganismos terem o seu dia internacional, um dia em que sobre eles recaiam as atenções em todos o mundo [3]. Ao longo da palestra, procurarei dar uma ideia do historial e conquistas do DIM (Dia Internacional do Microrganismo)/IMD (International Microorganism Day).

O arranque do DIM decorreu em 2017, essencialmente no Pavilhão do Conhecimento, em Lisboa, tendo reunido numerosos membros da comunidade científica e académica de todo o País, incluindo jovens investigadores e algumas empresas com atividade relacionada com a Microbiologia [1]. Em 2018, as comemorações foram estendidas à Europa fruto de uma campanha de contactos que levei a cabo, enquanto Presidente da SPM e delegada nacional do Conselho da FEMS. A edição de 2019 estendeu-se à América do Sul e contou com uma forte presença nas redes sociais e divulgação no novo *website* do IMD. **Foram organizadas diversas atividades por muitos milhares de professores, investigadores, estudantes e outros profissionais da Microbiologia, as quais combinaram laboratórios abertos, exposições em que os visitantes de todas as idades, nomeadamente crianças, puderam ver fazer ou fazer as suas próprias experiências e degustar produtos de origem microbiana, ações de formação de professores, debates e palestras sobre tópicos de impacto social e temas quentes da microbiologia moderna** [1], [2], [3]. Registos das comemorações havidas em Portugal em Instituições de ensino superior e centros de investigação, centros ciência viva, escolas de ensino

primário, médio e secundário estão disponíveis no blog, em português, do *website* bilingue do IMD [S3], no Twitter, Facebook e Instagram, e no canal da plataforma Youtube, com a identidade unificada @intmicroday [S5-S7]. Nas edições de 2020 [S8] e 2021 [S9], durante a pandemia em que as animadas e interativas atividades presenciais deixaram de ser possíveis, a SPM colaborou com a FEMS na organização de uma transmissão contínua ao vivo, através da internet, durante as 24 horas do dia (disponíveis no Youtube [S8] [S9]). O programa destas maratonas foi preenchido com palestras, debates e vídeos sobre temas atuais e importantes de microbiologia em que participaram convidados de todo o mundo. Muitos milhares de espetadores espalhados pelo mundo estiveram online, mostrando o alcance do IMD. Alguns detalhes sobre as atividades do DIM/IMD podem ser encontrados em [1], [S2].



Em 2022 teve início a colaboração da Academia das Ciências de Lisboa (ACL), através do seu Instituto de Altos Estudos, nas atividades do DIM. Nesse ano, as comemorações do DIM/IMD em Portugal tiveram início no dia 16 de setembro na Academia das Ciências de Lisboa (ACL) [S10]. Em antecipação do DIM/IMD e com vista à sua promoção, foi organizado pela ACL, em colaboração com a SPM, um colóquio subordinado ao tema MICRORGANISMOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. O programa desta sessão aberta e mista (presencial e Zoom), à qual é possível assistir no YouTube

[S10], consistiu em comunicações e debates sobre o tema, essencialmente em língua portuguesa. Houve também contactos, via Zoom, com colegas e locais, em Portugal e no estrangeiro, onde estava a ser comemorado o IMD. No final do dia, foi lançado no salão nobre da ACL, o livro digital “Comunicação de Ciência em Microbiologia”, uma iniciativa da SPM.

Tal como em 2022, em 2023, no âmbito das comemorações do DIM, a ACL e seu Instituto de Altos Estudos, em colaboração com a SPM, organizam, no dia 18 de setembro, uma tarde de divulgação da Microbiologia. Em plena crise climática, a sessão tem por tema: A VIDA NO NOSSO PLANETA DEPENDE DOS MICRORGANISMOS. Esta sessão, que é aberta, decorrerá também, presencialmente na ACL bem como na plataforma Zoom. O programa inclui palestras e debates em Português sobre a saúde do planeta e o bem-estar humano e alerta para o papel dos microrganismos numa Agricultura mais sustentável, na saúde dos Oceanos, na Biodeterioração do património cultural, nas doenças infecciosas. particularmente neste cenário difícil de alterações do clima. O Presidente da IUMS (*International Union of the Microbiological Societies*) encerrará o colóquio com uma palestra de alerta: salvemos os micróbios para salvarmos o planeta!



O programa internacional planeado para as comemorações de 2023 encontra-se a ser publicitado no *website* do IMD [S2]. Foram inseridos programas a cumprir e é impressionante o elevado número e a diversidade de Países que já se conseguiu atingir. Em Portugal, as atividades estão também a ser publicitadas e atualizadas em permanência pela SPM no seu site [S1]. Nas redes sociais, a informação sobre o IMD é partilhada marcando o IMD (@IntMicroDay) e usando a *hashtag* #InternationalMicroorganismDay.

Isabel Sá-Correia

Academy of Sciences of Lisbon
iBB-Institute for Bioengineering and Biosciences,
Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon
SPM-Portuguese Society of Microbiology, Advisory
Board and former President (2009-2020)



Isabel Sá-Correia is Distinguished retired Professor at Instituto Superior Técnico (IST) and Emerita Professor at the University of Lisbon (ULisboa). Founder of the scientific and pedagogical area of Biological Sciences at Instituto Superior Técnico, until her retirement, she coordinated the Biological Sciences group in the Department of Bioengineering and the Institute of Bioengineering and Biosciences (iBB), to whose directive board she belonged.

With a degree in Chemical Engineering from IST, her academic activity evolved into Biological Sciences, developing research in the areas of Molecular and Cellular Microbiology and Functional and Comparative Genomics with an impact on Microbial Biotechnology and Human Health. With ongoing projects in Circular Bioeconomy (integrated yeast biorefineries), she is included in the lists of the most cited scientists throughout their careers worldwide (Stanford Univ.; areas: Microbiology; Biochemistry and Molecular Biology).

She has mentored more than 20 researchers with PhD for periods longer than 2 years and has been the main scientific advisor for 30 PhD theses. She coordinated the Doctoral Program in Biotechnology and Biosciences (2008-2022) at IST and the master's degree in microbiology that involves 4 Schools at ULisboa. She was a member of the General Council of ULisboa (2013-2021 and 2021-2022).

She was President of the Portuguese Society of Microbiology (SPM) and national delegate to the Council of FEMS (Federation of European Microbiological Societies) (2009-2020). She was a member of the National Education Council (CNE) (2015-2020). She chaired or was a member of several international and national panels evaluating institutions, research programs, projects, university degrees, having served in various editorial activities and in the organization of scientific meetings. She was (co) founder and (co) organizer of International Microorganism Day, promoted by SPM during her Presidency.

Member of the Lisbon Academy of Sciences (Biological Sciences), she was awarded with: Stimulus to Science - Excellence award from FCT (2004), Scientific Prize (in Biochemistry) from the Technical University of Lisbon (2008), van Uden's career prize by SPM (2021) and Special Merit Award by FEMS (2022).

The International Microorganism Day, since 2017

The International Microorganism Day (IMD) was born in Portugal and has become an international platform for the dissemination and celebration of microbiology and its actors: microorganisms and microbiologists. It resulted from an initiative launched in 2017 by a group of microbiologists and national associations related to life sciences and science communication [1]. From the outset, the Portuguese Society of Microbiology (SPM) [S1] supported this activity and promoted its internationalization, first in Europe (2018) and then in the rest of the world (since 2019) [2]. To this end, it has counted on the collaboration of prestigious international scientific societies, with emphasis on FEMS (European Federation of Microbiological Societies), mainly since 2020 [1] [2]. After its inaugural year, the celebrations of International Microorganism Day have been taking place, in a decentralized manner around the world, with the cohesion and identity attributed to it by its logo, mascots, and various illustrations, such as those exemplified here. These were created and produced in Portugal and became its brand image, along with the website [S2].



The day chosen to celebrate microbiology and highlight the role that an invisible multitude of very diverse living beings play in the life sciences, in our daily lives, and in a wide range of professional activities and career opportunities, was the 17th of September. It celebrates the day in 1683 when the Dutch merchant Anton van Leeuwenhoek, without fortune or academic degrees, sent a letter to the Royal Society of London in which he exquisitely described the first observation of live bacteria present in dental plaque. This feat resulted from the fact that he perfected an optical lens system that made extraordinary magnifications possible for the time. This unlikely scientist laid the foundations of microbiology by revealing microscopic life [3].

Raising awareness among society in general, and younger people in particular, of the role that microorganisms play in our lives is invaluable. In fact, it will facilitate appropriate decision-making based on informed choices by citizens, stimulate society's interest and appreciation for science, increase the number of researchers and other professionals attracted to microbiology, and guide more appropriate political and individual decision-making [3]. For all these reasons, the community associated with microbiology understood well the need for microorganisms to have their international day, a day on which attention falls on them throughout the world [3]. Throughout the talk, I will try to give an idea of the history and achievements of IMD (International Microorganism Day).

The launch of IMD took place in 2017, essentially at the Knowledge Pavilion, in Lisbon, bringing together numerous members of the scientific and academic community from across the country, including young researchers and some companies with activities related to Microbiology [1]. In 2018, the celebrations were extended to Europe as the result of a contact campaign that I carried out, as President of SPM and national delegate of the FEMS Council. The 2019 edition extended to South America and had a strong presence on social media and publicity on the new IMD website. Several activities were organized by many thousands of teachers, researchers, students, and other Microbiology professionals. **They combined open laboratories, exhibitions in which visitors of all ages, including children, could observe or carry out their own experiments and taste products of microbial origin, training actions, debates, and lectures on topics of social impact and hot topics in modern microbiology** [1], [2], [3]. Records of celebrations held in Portugal in higher education institutions and research centers, live science centers, primary and secondary schools are available on the blog, in Portuguese, on the IMD bilingual website [S3], on Twitter, Facebook and Instagram, and on the YouTube platform channel, with the unified identity @intmicroday [S5-S7]. In the 2020 [S8] and 2021 [S9] editions, during the pandemic in which lively and interactive face-to-face activities

were no longer possible, SPM collaborated with FEMS in organizing a continuous live broadcast, via the internet, during the 24 hours a day (available on YouTube [S8] [S9]). The program of these marathons was filled with lectures, debates, and videos on current and important microbiology topics in which guests from all over the world participated. Many thousands of viewers around the world were online, showing the reach of IMD. Some details about IMD activities can be found in [1], [S2].

In 2022, the collaboration of the Academy of Sciences of Lisbon (ACL), through its Institute of Advanced Studies, in IMD activities, was started. That year, the IMD celebrations in Portugal began on September 16th at the Academy of Sciences of Lisbon (ACL) [S10]. In anticipation of the IMD and with a view to its promotion, a colloquium on the theme of MICROORGANISMS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT was organized by ACL, in collaboration with SPM. The program of this open and mixed session (in-person and Zoom), which can be watched on YouTube [S10], consisted of communications and debates on the topic, essentially in Portuguese. There were also contacts, via Zoom, with colleagues and locations, in Portugal and abroad, where the IMD was being celebrated. At the end of the day the digital book “Science Communication in Microbiology”, an SPM initiative, was launched in the ACL main hall.



As in 2022, in 2023, as part of the IMD celebrations, ACL and its Institute of Advanced Studies, in collaboration with SPM, organize, on September 18th, an afternoon to promote Microbiology. In the midst of the climate crisis, the session's theme is: LIFE ON OUR PLANET DEPENDS ON MICROORGANISMS. This session will also take place in person at ACL as well as on the Zoom platform. The program includes lectures and debates, in Portuguese, on the health of the planet and human well-being and highlights the role of microorganisms in a more sustainable Agriculture, in the health of the Oceans, in the Biodeterioration of cultural heritage, and in Infectious Diseases. particularly in this difficult scenario of climate change. The President of IUMS (International Union of the Microbiological Societies) will close the colloquium with an alert talk: LET'S SAVE THE MICROBES TO SAVE THE PLANET!



MICROORGANISMO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

No âmbito das comemorações do Dia Internacional do Microrganismo (17 de setembro) 2022, o Instituto de Altos Estudos (IAE) da Academia das Ciências de Lisboa (ACL), com a colaboração da Sociedade Portuguesa de Microbiologia (SPM), organiza um dia de apresentações e debates subordinados ao tema "Microrganismos e Desenvolvimento Sustentável".

16 de setembro de 2022
Academia das Ciências de Lisboa - Salão Nobre
Acesso zoom: ID reunião 810 9785 3554

9H30 | ABERTURA
 JOSÉ LUÍS CARDOSO, PRESIDENTE DA ACL
 MARIA SALOMÉ PAIS, PRESIDENTE DO IAE DA ACL
 MADALENA ALVES, PRESIDENTE DA FCT

Entrada Livre

IUMS
 Instituto de Altos Estudos

SPM
 Sociedade Portuguesa de Microbiologia

Acesso Zoom
 ID Reunião: 955 0218 8022

✉ geral@acad-ciencias.pt f academia.ciencias.lisboa a acad-ciencias.pt www.linkedin.com/in/academia-das-ciencias-de-lisboa



A VIDA NO NOSSO PLANETA DEPENDE DOS MICROORGANISMOS

18 setembro 2023

The international program planned for the 2023 celebrations is being publicized on the IMD website [S2]. Programs to be completed were included and the high number and diversity of countries that have already been reached is impressive. In Portugal, the activities are also being publicized and constantly updated by SPM on its website [S1]. On social media, information about IMD is shared by tagging IMD (@IntMicroDay) and using the hashtag #InternationalMicroorganismDay.

Referências:

- [1] Sá-Correia, I., Microbiologia para Todos: A Importância da Literacia em Microbiologia, Em: MEMÓRIAS DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA, MEMÓRIAS DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA, XLVIII, 2022, pp 143-155 <https://we.tl/t-oge1w4m8Hr>
- [2] Sá-Correia, I., Uma plataforma mundial para a divulgação da Microbiologia com origem em Portugal i online, 13 de setembro de 2022 https://ionline.sapo.pt/artigo/780815/uma-plataforma-mundial-para-a-divulgacao-da-microbiologia-com-origem-em-portugal?seccao=Opinioao_i
- [3] Sá-Correia, I., Por que razão os microrganismos têm o seu dia internacional? Jornal i online, 14 de setembro de 2021
https://ionline.sapo.pt/artigo/746282/por-que-razao-os-microrganismos-t-m-o-seu-dia-internacional-?seccao=Opinioao_i

Sítios eletrónicos (Websites) e Ligações a Redes Sociais

- [S1] www.spmicrobiologia.pt
- [S2] <https://www.internationalmicroorganismday.org/> e <https://www.internationalmicroorganismday.org/imd-events-2023>
- [S3] <https://www.internationalmicroorganismday.org/portuguese-blog>
- [S4] <https://www.internationalmicroorganismday.org/blog/here-are-some-of-the-people-behind-imd>
- [S5] <https://twitter.com/intmicroday>
- [S6] <https://facebook.com/intmicroday>
- [S7] <https://instagram.com/intmicroday>
- [S8] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLaBp7JEYEInzScAQd5U7WDYG4XykuD2Ba>
- [S9] https://www.youtube.com/channel/UCaBLEoxM1V82rS2geNXA_fa
- [S10] <https://www.youtube.com/watch?v=4nFPU30uo3g&t=2251s>
- [S11] <https://spmicrobiologia.wordpress.com/2023/08/01/imd2023-eventos-nacionais-em-atualizacao/>

Helena Freitas

Centro de Ecologia Funcional - Ciência para as
Pessoas e o Planeta - Universidade de Coimbra



Helena Freitas doutorou-se em Ecologia pela Universidade de Coimbra, em colaboração com a Universidade de Bielefeld, Alemanha, em 1993, e realizou um pós-doutoramento na Universidade de Stanford, EUA, entre 1994 e 1996. É Professora Catedrática na área da Biodiversidade e Ecologia no Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra desde 2003, e detentora da Cátedra Unesco em Biodiversidade e Conservação para o Desenvolvimento Sustentável desde 2014 (<http://unescobiodiversitychair.uc.pt>).

Foi Diretora do Jardim Botânico da Universidade de Coimbra (2004 - 2012), Vice-Reitora da Universidade de Coimbra (2011 - 2015), Presidente da Liga para a Proteção da Natureza (1999 - 2002), fundadora e Presidente da Sociedade Portuguesa de Ecologia (2004 - 2013). Foi fundadora e é coordenadora da unidade de I&D Centre for Functional Ecology – science for people and the planet (cfe.uc.pt). Em Julho de 2019 foi selecionada para o Mission Board for Climate Change Adaptation, including Societal Transformation da Comissão Europeia e em Agosto de 2019 foi nomeada Ponto Focal de Portugal para o IPBES – Painel Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas. É Diretora do Parque de Serralves, no Porto.

A Saúde do Planeta e o Bem-estar Humano

Durante a recente pandemia, em particular no período mais incerto e crítico, o mundo parecia apelar a uma relação mais prudente e cúmplice com a natureza, sendo muitos os que destacavam a necessidade de salvaguarda da biodiversidade para o bem-estar coletivo e garantia da própria sobrevivência. Ultrapassado esse período mais difícil, a tendência é para voltar a esquecer a importância do equilíbrio desta relação para a saúde humana e planetária, mas alguns argumentos são de percepção imediata: o ar que respiramos, a água que bebemos, os alimentos que consumimos, os medicamentos que tomamos e a paisagem que nos inspira, são proveitos de um planeta saudável.

Apesar da sua evidente relevância, os ecossistemas que suportam a vida no planeta estão hoje claramente ameaçados e as múltiplas atividades humanas afetam profundamente o sistema terrestre. As alterações globais, destacando-se a biodiversidade, o ciclo do azoto e as alterações climáticas, transgridem os limites das fronteiras planetárias, anunciando-se possíveis pontos de rutura nas próximas décadas. A desflorestação, a poluição, a emissão de gases com efeito de estufa, a drenagem de zonas húmidas, entre outros fatores de origem antropogénica, estão a eliminar espécies e a destruir ecossistemas a uma escala sem precedentes. E muitos dos desafios globais de saúde que enfrentamos hoje, incluindo as doenças infecciosas e a desnutrição, estão associadas ao declínio da biodiversidade e à acelerada degradação dos ecossistemas. Há quem admita que a atual destruição do planeta pode resultar na nossa própria destruição – somos tão vulneráveis quanto as outras espécies.

As avaliações globais da biodiversidade identificaram até à data cerca de 2 milhões de espécies, mas este exercício deixa de fora um elevado número de organismos, particularmente aqueles que são microscópicos ou que vivem em locais inacessíveis e difíceis de estudar, como o oceano profundo. A ciência estima que existirão cerca de 10 milhões de espécies no planeta, mas este número é provavelmente subestimado. Muito pouco se sabe, por exemplo, sobre a diversidade de bactérias.

Calculou-se uma taxa natural de extinção de espécies (a taxa que existia antes do *Homo sapiens*) e que pode ser calculada para todos os organismos. Essa taxa foi estimada em uma espécie por milhão de espécies por ano, ou seja, para 10 milhões de espécies, ocorreriam 10 extinções todos os anos. A atividade humana acelerou esta taxa de extinção natural, sendo que, para alguns grupos de

organismos, a taxa é 100 vezes superior aos níveis de base, e para outros, é de 1000 ou mais.

Tendo em conta o elevado nível de extinções atuais, a comunidade científica admite que entramos no "sexto grande evento de extinção", tendo o quinto ocorrido há 65 milhões de anos, quando dinossauros e muitos outros organismos se extinguiram. Este evento resultou de causas naturais, provavelmente incluiu um asteroide gigante que atingiu a Terra, mas o atual processo é causado pela destruição de habitats em terra, em rios e lagos, e nos oceanos, e a responsabilidade é de atividades humanas como a desflorestação, o arrasto de fundo nos oceanos, as barragens e a dragagem de rios e lagos, a drenagem e a degradação de zonas húmidas, estuários e mangais.

A saúde e o bem-estar humano e a saúde da biosfera estão inextricavelmente associadas. O estado dos sistemas de suporte à vida da Terra, incluindo a água doce, os oceanos, o solo, a biodiversidade, a atmosfera e o clima, afeta a saúde humana. Por outro lado, as atividades humanas estão a afetar negativamente os sistemas naturais. Um dos desafios imediatos para o nosso futuro é sem dúvida a resposta às alterações climáticas, que afetam a a saúde humana e planetária. Neste sentido, adota-se um novo paradigma transdisciplinar para a saúde, que reconhece as ligações sistémicas entre a saúde humana, o ambiente sociocultural, os organismos vivos não humanos e os sistemas naturais da Terra. Numa abordagem transversal, destacam-se as alterações climáticas, a segurança alimentar e as mudanças alimentares, a perda de biodiversidade e dos serviços dos ecossistemas, as mudanças no oceano global, a poluição atmosférica, e os sistemas de água e saneamento.

Helena Freitas

Center for Functional Ecology - Science for
People and the Planet - University of Coimbra



Helena Freitas received her PhD in Ecology from the University of Coimbra, in collaboration with the University of Bielefeld, Germany, in 1993, and did postdoctoral studies at Stanford University, USA, between 1994 and 1996. She is Full Professor of Biodiversity and Ecology at the Department of Life Sciences of the Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra since 2003 and holds the UNESCO Chair in Biodiversity and Conservation for Sustainable Development since 2014 (<http://unescobiodiversitychair.uc.pt>).

She was Director of the Botanical Garden of the University of Coimbra from 2004 to 2012, Vice-Dean of the University of Coimbra between 2011 and 2015, President of the League for the Protection of Nature (1999 (2002-2005), and founder and President of the Portuguese Society of Ecology (2004-2013). She is currently Coordinator of the Center for Functional Ecology - science for people and the planet (cfe.uc.pt). In July 2019 she was selected to join the Mission Board for Climate Change Adaptation, including Societal Transformation from the European Commission and in August 2019 she was nominated Focal Point for Portugal in IPBES – Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem Services. She is Director of the Serralves Park, in Porto.

Planetary Health and Human Well-being

During the recent pandemic, especially in its most uncertain and critical phases, the world seemed to call for a more prudent and complicit relationship with nature. Many emphasized the need to safeguard biodiversity for collective well-being and survival. After this challenging period, there is a tendency to forget the importance of this balance for human and planetary health. However, several critical aspects are immediately apparent: the air we breathe, the water we drink, the food we consume, the medicines we take, and the landscapes that inspire us are all benefits of a healthy planet.

Despite their undeniable relevance, the ecosystems supporting life on our planet are under clear and present threats. Various human activities are profoundly affecting the Earth's systems. Global changes, particularly in biodiversity, the nitrogen cycle, and climate change, are pushing the limits of planetary boundaries, signaling potential breaking points in the coming decades. Factors such as deforestation, pollution, greenhouse gas emissions, wetland drainage, among others, are causing species loss and unprecedented ecosystem destruction. Many global health challenges, including infectious diseases and malnutrition, are linked to declining biodiversity and the rapid degradation of ecosystems. We must acknowledge that the current destruction of the planet may result in our own destruction; we are as vulnerable as other species.

Global biodiversity assessments have identified approximately 2 million species so far, but this exercise excludes numerous organisms, especially microscopic and those in inaccessible places like the deep ocean. Science estimates that there will be about 10 million species on the planet, but this number is probably underestimated. Very little is known, for example, about the diversity of bacteria.

The natural rate of species extinction, prior to the emergence of *Homo sapiens*, was calculated at one species per million species per year. For 10 million species, this translates to 10 extinctions annually. Human activity has dramatically accelerated this natural extinction rate, with some groups of organisms experiencing rates 100 times higher than the baseline, and for others, the rate exceeds 1000 times.

Given the high level of current extinctions, the scientific community admits that we have entered the "sixth great extinction event", with the fifth occurring 65 million years ago, when dinosaurs and many other organisms became extinct. This event resulted from natural causes, probably included a

giant asteroid that hit Earth, but the current process is caused by the destruction of habitats on land, in rivers and lakes, and in the oceans, and the responsibility lies with human activities such as deforestation, bottom trawling in the oceans, dams and dredging of rivers and lakes, the drainage and degradation of wetlands, estuaries and mangroves.

Human health and well-being are intricately linked to the health of the biosphere. The state of Earth's life support systems, encompassing fresh water, oceans, soil, biodiversity, atmosphere, and climate, directly affects human health. Conversely, human activities are adversely affecting these natural systems. One immediate challenge for our future is the response to climate change, which has far-reaching implications for human and planetary health. In this context, a new transdisciplinary paradigm for health has emerged, recognizing the systemic links between human health, the sociocultural environment, non-human living organisms, and Earth's natural systems. This holistic approach encompasses climate change, food security and dietary habits, loss of biodiversity and ecosystem services, changes in the global ocean, air pollution, and water and sanitation systems.

Fernando Dini Andreote

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Universidade de São Paulo, Brasil



Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética pela ESALQ/USP, Professor Livre Docente em Biologia do Solo, Membro Afiliado da Academia Brasileira de Ciências (2015 – 2020), foi coordenador dos Programas de pós-graduação em Microbiologia Agrícola, e Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP. Auto de 170 artigos científicos na área. Estuda sistemas microbianos em solos sob áreas naturais ou cultivadas. Acompanha o desenvolvimento de mercado por meio de parcerias com diversas empresas atuantes na área de microbiologia na agricultura. A atividade docente e na pesquisa tem como objetivo a busca por uma agricultura mais eficiente, usando a microbiologia do solo como base da inovação.

Como é que os micróbios podem tornar a Agricultura mais sustentável?

Os solos cumprem papel fundamental em diferentes serviços ambientais, dentre os quais destaca-se o fato de servir como base da produtividade de plantas, de onde advém nossos recursos para alimentação, produção de fibras e recursos para geração de energia. A qualidade do solo é considerada como elemento essencial para a máxima conversão do potencial genético das plantas em produtos derivados da agricultura. Dentre os componentes da qualidade do solo, está seu componente biológico, o qual cumpre funções fundamentais aos solos, como a ciclagem dos nutrientes, a interação e proteção das plantas, e a eficiente ciclagem do carbono. Ocorre que, estas atividades são executadas por um complexo e diversos sistema microbiano, onde alguns grupos apresentam atividades específicas, ao mesmo tempo que muitas destas funções são dependentes da biodiversidade do solo. Surge assim, a necessidade de melhor compreender sobre a estruturação das comunidades microbianas dos solos em áreas empregadas para a agricultura.

Sabemos que a agricultura tem como premissa o uso eficiente do solo e diversos outros insumos e práticas para a eficiente produção vegetal. Dentro deste complexo ambiente, para que possamos atender as demandas das plantas, as atividades agrícolas acabam por transformar os solos, de forma a alterar as condições ambientais dos solos, tornando este ambiente mais homogêneo e seletivo. Dessa forma, se a atividade da agricultura não incorporar práticas de manejo da fração microbiana dos solos, certamente estas passarão por processos seletivos a cada ciclo de cultivo, poderão diminuir em sua biodiversidade, o que acarretará em perdas das funções microbianas nos solos. Em última instância, esta perda de qualidade do componente biológico dos solos levará a dependência de maiores quantidades de insumos e maior exposição das plantas a agentes de estresse.

Com este cenário, torna-se importante desenvolver sistemas de manejo da microbiologia do solo, de forma análoga ao que é realizado para os componentes de qualidade física ou qualidade química deste ambiente. Ao considerarmos as iniciativas que atendem esta demanda, podemos verificar que dois grupos de atividades estão alinhados com este objetivo: i) a aplicação de micro-organismos com reconhecido potencial benéfico nos solos e nas plantas no momento do cultivo; ii) a adoção de práticas de manejo que tragam as melhores condições ambientais, como a quantidade e a qualidade da matéria orgânica, a umidade, dentre outros.

Ao considerarmos a primeira possibilidade para o manejo microbiológico dos solos, observamos um

crescente número de espécies microbianas descritas com diferentes potencialidades de contribuição na agricultura, com atuação na disponibilização de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), na proteção de plantas contra pragas e patógenos, ou na mitigação do estresse hídrico. Soma-se a estas funcionalidades específicas, o uso de produtos biológicos conhecidos como condicionadores biológicos dos solos, os quais prezam por uma maior atividade microbiana ou pela re-colonização do solo por uma maior biodiversidade. Vale destacar neste ponto, que Brasil e Europa apresentam-se como as regiões de cultivo que mais adotam estas tecnologias, na busca por uma agricultura mais eficiente.

Ainda dentro das estratégias de manejo microbiológico, as práticas agrícolas que podem contribuir na busca por melhores condições ambientais são diversas, como a manutenção da cobertura do solo (por plantas vivas ou resíduos), o cultivo de plantas de cobertura em sistemas de rotação organizados em alta biodiversidade vegetal, ou a reposição de insumos tradicionais por tecnologias menos agressivas, ou de embasamento biológico. Ao somarmos esforços dentro das duas premissas apresentadas acima, certamente construiremos sistemas de cultivo mais eficientes, agregando a estes a qualidade biológica, sem comprometer a viabilidade econômica da agricultura. O que se observa como resultado do incremento dessas práticas de manejo é um uso mais eficiente dos recursos, o que traz incremento na produtividade das culturas.

Por fim, é importante relatar que este maior conhecimento sobre o conteúdo microbiano dos solos deriva do desenvolvimento técnico e científico, o que incrementou em muito nossa capacidade de mensurar este sistema nas últimas décadas. Dessa forma, embasados em métodos inovadores, somos capazes de monitorar a estruturação microbiana dos solos, entender como esta responde aos diferentes usos, e gerar inovações tecnológicas para possibilitar sua melhoria. Ainda derivado destas metodologias, surge a demanda de desenvolvimento de estratégias analíticas que permitam que toda a cadeia usuária das tecnologias ligadas ao solo possa utilizar. Há uma forte demanda, em nível mundial, para que sejam gerados protocolos analíticos em solos sob diferentes usos, capaz de trazer aos produtores, consultores, e outros atuantes nesta atividade, a real alteração na estruturação ou na atividade microbiana dos solos, promovidas pelas práticas de manejo. Estas metodologias devem atender ao desafio de serem rápidas, eficientes, interpretativas, e de custo adequado ao emprego na agricultura. Certamente, estas características são difíceis de serem combinadas, o que poderá levar a muitas inovações dentro desta demanda. Hoje, os métodos analíticos mais empregados se dividem em premissas da quantificação de grupos específicos, e em inferências sobre atividade microbiana ou composição das comunidades. Destaca-se nos grupos específicos, a quantificação daqueles que

apresentam fenótipo característico, como as micorrizas ou os fixadores de nitrogênio. Na área da atividade microbiana, enzimas de solo relacionadas a ciclagem da matéria orgânica tem se mostrado ótimos indicadores deste parâmetro, ao passo que na descrição de comunidades, há diversas iniciativas que buscam empregar métodos de sequenciamento de DNA para produção de sistemas eficientes de diagnose microbiana nos solos.

Em suma, o desenvolvimento recente da microbiologia do solo dentro da atividade agrícola atingiu patamares inimagináveis há alguns anos, comprovando a importância deste componente na qualidade dos solos. Os próximos anos guardam muitas inovações nas diferentes vertentes desta área de conhecimento, o que certamente será fundamental na busca por sistemas agrícolas mais eficientes.

Fernando Dini Andreote

Department of Soil Science, “Luiz de Queiroz”
College of Agriculture, University of São Paulo,
Piracicaba, SP, Brazil



Agricultural Engineer, Ph.D. in Genetics from ESALQ/USP, Professor in Soil Biology, Affiliated Member of the Brazilian Academy of Sciences (2015 – 2020), served as coordinator of the Graduate Programs in Agricultural Microbiology and Soil and Plant Nutrition at ESALQ/USP. Author of 170 scientific articles in the field. Studies microbial systems in soils under natural or cultivated conditions. Monitors market development through partnerships with various companies in the field of agricultural microbiology. The teaching and research activities aim to achieve a more efficient agriculture, with soil microbiology as the foundation of innovation.

How Microbes can make Agriculture more sustainable?

Soils play a fundamental role in various environmental services, among which the fact that they serve as the foundation for plant productivity stands out, from which our resources for food, fiber production, and energy generation derive. Soil quality is considered an essential element for maximizing the genetic potential of plants in agricultural production. Among the components of soil quality is its biological component, which performs fundamental functions in soils, such as nutrient cycling, interaction and protection of plants, and efficient carbon cycling. However, these activities are carried out by a complex and diverse microbial system, where some groups have specific activities, while many of these functions depend on soil biodiversity. Therefore, there is a need to better understand the structuring of soil microbial communities in agricultural areas.

We know that agriculture is based on the efficient use of soil and various other inputs and practices for efficient plant production. Within this complex environment, in order to meet the demands of plants, agricultural activities end up transforming the soil, altering the environmental conditions of the soil and making this environment more homogeneous and selective. Thus, if agricultural activities do not incorporate soil microbial fraction management practices, these will undergo selective processes with each cropping cycle, potentially leading to a decrease in biodiversity, resulting in the loss of microbial functions in the soil. Ultimately, this loss of biological soil quality will lead to increased dependence on larger quantities of inputs and greater exposure of plants to stress factors.

In this context, it becomes important to develop soil microbiology management systems, similar to what is done for the physical or chemical quality components of this environment. When considering initiatives that meet this demand, we can see that two groups of activities are aligned with this goal: i) the application of microorganisms with recognized beneficial potential in soils and plants at the time of cultivation; ii) the adoption of management practices that improve environmental conditions, such as the quantity and quality of organic matter, moisture, among others.

Regarding the first possibility for microbiological soil management, there is a growing number of microbial species described with different potential contributions to agriculture, including nutrient availability (primarily nitrogen and phosphorus), plant protection against pests and pathogens, or mitigation of water stress. In addition to these specific functionalities, the use of biological products

known as soil biological conditioners, which promote greater microbial activity or the re-colonization of the soil by greater biodiversity, is gaining traction. It is worth noting that Brazil and Europe are the regions with the highest adoption of these technologies in pursuit of more efficient agriculture.

Within the strategies of microbiological management, agricultural practices that can contribute to improved environmental conditions are diverse, such as maintaining soil cover (with live plants or residues), cultivating cover crops in rotation systems organized with high plant biodiversity, or replacing traditional inputs with less aggressive, biologically-based technologies. By combining efforts within the two premises mentioned above, we will certainly build more efficient cultivation systems, adding biological quality to them without compromising the economic viability of agriculture. The result of increasing these management practices is a more efficient use of resources, leading to increased crop productivity.

Finally, it is important to note that this increased knowledge of soil microbial content is the result of technical and scientific development, greatly enhancing our ability to measure this system in recent decades. Thus, based on innovative methods, we are able to monitor the microbial structure of soils, understand how it responds to different uses, and generate technological innovations to improve it. These methodologies also give rise to the need to develop analytical strategies that can be used by the entire user chain of soil-related technologies. There is a strong global demand for the development of analytical protocols for soils under different uses, capable of providing producers, consultants, and other stakeholders in this field with real information on changes in soil microbial structure or activity brought about by management practices. These methodologies should meet the challenge of being fast, efficient, interpretive, and cost-effective for use in agriculture. Certainly, combining these characteristics is challenging and may lead to many innovations in this field. Currently, the most widely used analytical methods are divided into quantifying specific groups and inferring microbial activity or community composition. Specific group quantification includes those with characteristic phenotypes, such as mycorrhizae or nitrogen-fixing bacteria. In terms of microbial activity, soil enzymes related to organic matter cycling have proven to be excellent indicators of this parameter, while various initiatives in community description seek to employ DNA sequencing methods to create efficient microbial diagnostic systems for soils.

In summary, recent developments in soil microbiology within agricultural activity have reached unimaginable levels from a few years ago, highlighting the importance of this component in soil quality. The coming years will bring many innovations in different aspects of this field of knowledge, which will certainly be crucial in the pursuit of more efficient agricultural systems.

Tina Keller-Costa

iBB-Instituto de Bioengenharia e Biociências,
Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa



Dr. Tina Keller-Costa é Cientista e Professora Auxiliar Convidada no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. Estudou Biologia na Universidade Friedrich-Schiller de Jena, Alemanha, e escreveu a sua dissertação de mestrado sobre o microbioma de esponjas de água doce na Universidade de Groningen, nos Países Baixos. Possui um doutoramento em Biologia pela Universidade de Évora e pelo Centro de Ciências do Mar, em Faro, onde identificou a feromona masculina do peixe tilápia em colaboração com o Instituto Max Planck de Ecologia Química, na Alemanha. A investigação atual da Tina baseia-se na diversidade, função e potencial biotecnológico dos microorganismos marinhos, especialmente aqueles que vivem em associação com corais, visando promover uma bioeconomia azul sustentável e um oceano saudável. Neste momento está no Centro de Investigação do Mar Vermelho da KAUST, na Arábia Saudita, para estudar a resposta do microbioma dos corais ao estresse das mudanças climáticas. A Tina está envolvida no 'Pacto da Bioeconomia Azul' de Portugal que, composto por mais de 80 entidades nacionais, incluindo 53 empresas, visa desenvolver o uso sustentável dos recursos marinhos em setores como aquacultura, alimentos, ração, têxteis, biomateriais e saúde humana. A Tina é autora de 38 publicações científicas em uma variedade de revistas líderes em sua área (Nature Microbiology, Microbiome, Current Biology, entre outros) e de c. 80 contribuições em conferências científicas.

Os microrganismos e a saúde do oceano

Vivemos numa época caracterizada por mudanças climáticas sem precedentes. Desde a alteração dos padrões climáticos que causam secas que ameaçam a produção de culturas agrícolas, até ao aumento do nível do mar e inundações, passando por novas e emergentes doenças infecciosas, os impactos das mudanças climáticas são inúmeros e a uma escala global. Atualmente, estamos a atravessar o sexto evento de extinção em massa, com a perda de corais, morcegos, abelhas e anfíbios sendo os exemplos mais evidentes de uma perda da biodiversidade do Antropoceno. Estes eventos de extinção em larga escala prejudicam a resiliência, a funcionalidade e a estabilidade dos ecossistemas, o que afeta a existência humana. Sem um planeta saudável, a humanidade não consegue existir de forma saudável. Esta simples verdade é definida no conceito 'One Health', que reconhece que a saúde humana, a animal e a ambiental são interdependentes. O oceano cobre mais de 70% da superfície do nosso planeta, contendo 97% da água encontrada na Terra e constituindo mais de 90% do espaço habitável para a vida selvagem. O oceano produz pelo menos 50% do oxigénio da Terra, absorve 25% de todas as emissões de dióxido de carbono e captura 90% do calor excessivo gerado por estas emissões. Além disso, o oceano é um dos recursos naturais mais valiosos da Terra contribuindo para a economia mundial, através de pescarias, transporte internacional e turismo. O setor da bioeconomia azul e da biotecnologia encontra-se entre os setores em maior expansão dentro da economia azul, baseando-se em biomassa renovável e organismos vivos, especialmente microrganismos como microalgas, bactérias e fungos, mas também em animais como esponjas marinhas e corais. Estes organismos produzem uma variedade de produtos e serviços cujas aplicações incluem novos alimentos, nutracêuticos, alimentos para animais, produtos farmacêuticos, cosméticos e químicos, e materiais e enzimas para processamento industrial sustentável. A bioeconomia azul desempenha um papel central no 'Acordo Verde Europeu' (European Green Deal), cujo objetivo é tornar a União Europeia climaticamente neutra e sustentável até 2050. A investigação e inovação marinhas são essenciais para o desenvolvimento de estratégias para manter o oceano saudável e como um sistema de suporte de vida próspero. Proteger o oceano e a vida marinha está definido no Objetivo 14 ('Vida na Água') da lista de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ONU). Em sinal de reconhecimento do papel do oceano e das ciências marinhas num planeta equitativo e sustentável, a ONU declarou esta década como a 'Década dos Oceanos', com o lema "a ciência de que precisamos para o oceano que queremos".

Os microrganismos marinhos sustentam os recifes de coral

Os microrganismos marinhos controlam a biogeoquímica do oceano e são o motor de importantes ciclos de nutrientes. Eles estão profundamente envolvidos na captura de carbono, na fixação de azoto, no ciclo do enxofre e na reciclagem de matéria orgânica. O fitoplâncton marinho - microalgas e bactérias capazes de fazer fotossíntese - são responsáveis pela maior parte do oxigénio produzido pelo oceano. Ademais, os animais e plantas marinhos vivem em simbiose com microrganismos altamente diversos e distintos que participam na nutrição, desintoxicação e, no caso de animais sésseis como esponjas marinhas e corais, na defesa química do seu hospedeiro contra predadores, bioincrustações e um crescimento excessivo por parte de outros organismos vizinhos. Estas interações simbióticas entre micro- e macrorganismos marinhos são cruciais para a saúde dos organismos e a base dos mais complexos ecossistemas marinhos – os recifes de coral.

Repletos de vida, os recifes de coral sustentam mais de 25% de todas as espécies marinhas, razão pela qual foram apelidados de "florestas tropicais dos oceanos". Eles constroem estruturas tridimensionais complexas, que fornecem habitat e abrigo à vida marinha. Os recifes de coral são uma das maiores estruturas construídas pela vida selvagem na Terra, tão grandes, que podem ser vistos e monitorizados a partir do espaço. Além da sua importância ecológica, os recifes de coral fornecem a mais de 500 milhões de pessoas, anualmente, bens e serviços no valor de mil milhões de dólares, incluindo o fornecimento de alimentos e pesca comercial, turismo e proteção costeira contra tempestades. No entanto, os ecossistemas dos recifes de coral estão sob enorme stress a nível global e quase 50% dos recifes de coral já foram perdidos devido às mudanças climáticas. Estimativas recentes preveem que, se o aquecimento global exceder 1,5°C, 70-90% dos corais de recifes serão perdidos, e que 99% estão em risco de serem perdidos se o aquecimento global exceder 2°C acima das temperaturas pré-industriais. A principal razão para esta perda é um fenómeno chamado branqueamento de corais, causado principalmente pelo aumento das temperaturas da água do mar, alta irradiação solar e poluição.

Os corais são animais, parentes das anémonas-do-mar e das águas-vivas, que são formados por colónias compostas por múltiplos pólipos individuais interligados. Muitos corais segregam carbonato de cálcio para produzir um esqueleto rígido para proteção própria. Os corais saudáveis vivem em

simbiose com uma miríade de microrganismos. Um grupo muito importante de microrganismos para os corais são as microalgas, mais precisamente a família de dinoflagelados fotossintéticos chamada Symbiodiniaceae. Estas microalgas vivem dentro das células do coral e são a principal fonte de alimento do mesmo. Através do fornecimento de hidratos de carbono provenientes da fotossíntese, estes pequenos seres microscópicos fornecem mais de 90% dos requisitos nutricionais do coral, em troca de metabolitos de resíduos inorgânicos do seu hospedeiro animal. Eles também conferem aos corais as suas cores características, que podem variar de tons acastanhados, azulados, roxos, avermelhados a esverdeados. No entanto, períodos prolongados de altas temperaturas causam stresse térmico, ao qual as microalgas simbiotes respondem com a produção de substâncias prejudiciais, como moléculas de oxigénio reativo. Isto desencadeia a quebra da associação benéfica entre os corais e as Symbiodiniaceae, e os corais expulsam as células das microalgas dos seus corpos. À medida que as microalgas saem, os corais sofrem o fenómeno chamado branqueamento e o seu esqueleto de carbonato de cálcio branco torna-se visível. Sem estes simbiotes microbianos, o coral perde a sua fonte principal de alimento, torna-se mais suscetível a doenças e está condenado a morrer.

Microrganismos probióticos como remédio para os corais

Cientistas de todo o mundo trabalham incansavelmente em busca de novas soluções para replantar e restaurar os recifes de coral e criar corais mais resilientes às mudanças climáticas. Investigações recentes demonstraram o potencial de intervenções baseadas no microbioma (o conjunto de todos ou de muitos dos microrganismos que vivem naturalmente num coral), como a aplicação de probióticos, para proteger os corais e mitigar impactos ambientais negativos. De facto, as microalgas fotossintéticas não são os únicos aliados dos corais. Uma parceria duradoura com uma variedade de bactérias, arqueias, fungos, protistas e vírus contribui para a manutenção de um equilíbrio nos corais e melhora a aptidão deste hospedeiro animal. Estas diversas comunidades microbianas participam na reciclagem de nutrientes, proteção contra luz UV e fornecimento de vitaminas, e algumas até ajudam no desenvolvimento das larvas de coral. Analogamente à administração de probióticos em humanos, o microbioma do coral pode ser manipulado através da aplicação de microrganismos benéficos específicos, associados aos corais, que aumentam a resiliência do coral ao stresse térmico e a ataques de patógenos. Vários estudos em condições de laboratório controladas já forneceram

resultados promissores com diferentes tipos de corais e espécies de bactérias. A transplantação do microbioma do coral usando corais selvagens resistentes ao calor como doadores também mostrou efeitos protetores nos corais, tais como o aumento da taxa de crescimento e a redução da taxa de mortalidade sob condições desafiantes de calor e de presença de patógenos. As intervenções baseadas no microbioma são promissoras porque podem atuar em curtos prazos e proporcionar aos corais algum tempo até que as mudanças climáticas desacelerem. Os cientistas marinhos estão agora a testar a aplicação de probióticos de coral em recifes no oceano. A primeira vila de probióticos de coral subaquática do mundo foi inaugurada em 2022 no Mar Vermelho, na Arábia Saudita, a apenas 20 km da Universidade King Abdullah de Ciência e Tecnologia. É um laboratório natural subaquático permanente, projetado e estabelecido para desenvolver pesquisas relacionadas com os microbiomas dos recifes de coral e resolver os muitos desafios impostos pela aplicação de probióticos sob a superfície do oceano.

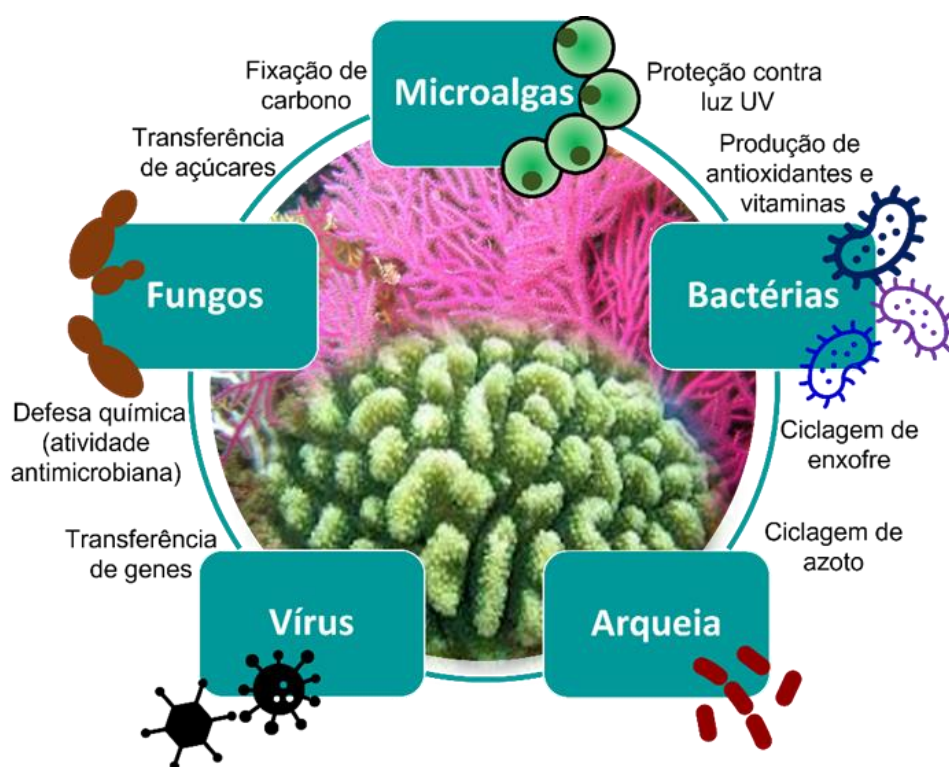


Ilustração: Uma grande diversidade de microrganismos vive em associação com os corais e ajuda a sustentar o coral e a mantê-lo saudável.

Investigação do microbioma de corais em Portugal e no Instituto Superior Técnico

A diversidade de corais não está limitada às regiões tropicais, e nem todos os corais segregam o típico esqueleto de carbonato de cálcio. Na verdade, os corais podem ser encontrados em todos os mares principais, com algumas espécies ocorrendo até no Ártico ou no mar profundo, a mais de 3000 metros de profundidade. As águas de Portugal são ricas num grupo de corais amplamente distribuído, os octocorais. Um deles é o precioso coral vermelho, explorado para o fabrico de jóias desde a antiguidade. Entre eles estão também os corais intitulados de gorgónias, ou leques-do-mar, que dão origem a algumas das florestas subaquáticas de Portugal, os 'jardins de gorgónias', que também florescem com vida marinha. Os octocorais e seus parceiros microbianos são produtores prolíficos de moléculas bioativas de interesse para a bioeconomia azul. As bioatividades desses compostos variam de propriedades antitumorais, antibióticas, antifúngicas e anti-inflamatórias a propriedades anti-incrustantes, indicando um vasto potencial para aplicações farmacêuticas e biotecnológicas. No Instituto Superior Técnico, investigamos as comunidades de microrganismos marinhos que vivem em simbiose com os octocorais das águas de Portugal. Estudamos o papel e o potencial ecológico dos simbiossomas dos octocorais, bem como os mecanismos moleculares das interações coral-micróbio. Procuramos novas moléculas bioativas produzidas por estes micróbios - que no futuro podem entrar na cadeia de descoberta de novos medicamentos ou ser de interesse para a aquacultura ou a indústria marítima. Também exploramos certas enzimas de degradação de polímeros produzidas pelos microrganismos associados aos octocorais, que podem ajudar no processamento e reciclagem de resíduos de marisco. Com a nossa investigação sobre os microrganismos associados aos octocorais, procuramos contribuir para uma bioeconomia azul sustentável e promover a saúde dos corais e dos oceanos. Trabalharemos para ajudar manter a boa parceria entre os corais e os seus microrganismos benéficos para que os nossos filhos e netos ainda possam contemplar com admiração a impressionante beleza dos corais e da vida marinha que sustentam.

Tina Keller-Costa

iBB-Institute for Bioengineering and Biosciences,
Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon



Dr. Tina Keller-Costa is a Scientist and Invited Assistant Professor at the Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon. She studied Biology at the Friedrich-Schiller University of Jena, Germany, and wrote her master's thesis on the microbiome of freshwater sponges at the University of Groningen in the Netherlands. She holds a Ph.D. in Biology from the University of Évora and the Centre of Marine Sciences in Faro, where she identified the male fish pheromone of tilapia in collaboration with the Max Planck Institute for Chemical Ecology in Germany. Tina's current research is focused on the diversity, function, and biotechnological potential of marine microorganisms, especially those that live in association with corals, with the aim of promoting a sustainable blue bioeconomy and a healthy ocean. She is currently at the Red Sea Research Centre at KAUST in Saudi Arabia, investigating the response of the coral microbiome to climate change stresses. Tina is also involved in Portugal's 'Blue Bioeconomy Pact,' which consists of over 80 national entities, including 53 companies, and aims to develop the sustainable use of marine resources in sectors such as aquaculture, food, feed, textiles, biomaterials, and human health. She has authored/co-authored 38 scientific publications in leading journals in her field, including Nature Microbiology, Microbiome, Current Biology, and made ca. 80 contributions to scientific conferences.

Microorganisms and Ocean Health

We live at an unprecedented moment of time with climate change as its defining issue. From changing weather patterns causing droughts that threaten crop production, over rising sea levels and disastrous flooding, to more and new infectious diseases, the impacts of climate change are manifold and global in scale. We are going through a sixth mass extinction event with loss in corals, bats, bees, and amphibians being the most prominent examples of an unprecedented biodiversity decline in the Anthropocene. These widespread extinction events impair the resilience, function, and stability of ecosystems, which impacts human existence. There is no human health without planet health. This simple but truth-bearing logic is defined in the 'One Health' concept, acknowledging that human health, animal health and environmental health are tightly connected. Planet health is depending on ocean health. The ocean covers >70% of the surface on our planet, containing 97% of the water found on Earth and constituting over 90% of the habitable space on Earth for wildlife. The ocean produces at least 50% of the oxygen on Earth, absorbs 25% of all carbon dioxide emission and captures 90% of the excess heat generated by these emissions. Moreover, the ocean is one of Earth's most valuable natural resources. It serves the world's economy, supporting fisheries, international transport, and tourism. The blue bioeconomy and biotechnology sector is among the fastest growing sector within the blue economy, relying on renewable biomass and living organisms, particularly microorganisms such as microalgae, bacteria, and fungi, but also invertebrates such as sponges and corals. All these organisms deliver a variety of products and services with the help of life sciences. Applications include new foods, food additives, nutraceuticals, animal feeds, pharmaceuticals, cosmetics, eco-friendly chemicals and materials and enzymes for sustainable industrial processing. The blue bioeconomy plays a central role in the European Green Deal, a roadmap for the European Union to become climate neutral and sustainable by 2050. Marine research and innovation are essential to find the best strategies for maintaining the ocean healthy and as a productive life support system. Protecting the ocean is prioritized in United Nations Sustainable Development Goal 14 - Life Below Water - 'Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development'. In recognition of the ocean and ocean related science as the key to a sustainable and equitable planet, the UN even declared this decade 'The Ocean Decade' with the motto "the science we need for the ocean we want".

Marine microorganisms sustain coral reefs

Marine microorganisms control the biogeochemistry of the ocean and are the engine of major nutrient cycles. They are heavily involved in carbon sequestration, nitrogen fixation, sulphur cycling and the recycling of organic matter. Oceanic phytoplankton - drifting microalgae and bacteria that can photosynthesize - are responsible for most of the oxygen produced by the ocean. Moreover, marine animals and plants live in symbiosis with highly diverse and distinct microorganisms that participate in nutrition, detoxification, and, in case of sessile animals such as marine sponges and corals in the chemical defence of their host against predators, fouling and overgrowth by other organisms. Such symbiotic relationships between marine micro- and macroorganisms are crucial for organism health and at the essence of the most complex of all marine ecosystems – the coral reefs.

Teeming with life, coral reefs support over 25% of all known marine species, wherefore they are also called the 'rainforests of the sea'. They build most complex 3-dimensional structures which provide habitat and shelter for marine wildlife. Coral reefs are indeed among the greatest structures that have been built by wildlife on earth, so large they can even be seen and monitored from space. In addition to their immense ecological importance, coral reefs supply over 500 million people with goods and services worth billions of dollars annually, including the provision of food and commercial fisheries, tourism, and coastal protection from storms and waves. However, coral reef ecosystems are under immense stress globally and nearly 50% of coral reefs have already been lost due to climate change. Recent estimations predict that, if global warming exceeds 1.5°C, 70–90% of reef corals will be lost, and 99% are at risk to be lost if global warming exceeds 2°C above pre-industrial temperatures. The major reason for this loss is a phenomenon called coral bleaching, caused mainly by increased seawater temperatures, high solar irradiation, and pollution.

Corals are animals, relatives of sea anemones and jellyfishes, and are formed of colonies consisting of many individual polyps that are all interconnected. Many corals secrete calcium carbonate to produce a hard skeleton for their protection. Healthy corals live in tight association (symbiosis) with myriad microorganisms. One very important group of microorganisms for corals are microalgae, precisely the photosynthetic dinoflagellate family called Symbiodiniaceae. These microalgae live inside the coral cells and are the coral's primary food source. Through the supply of carbohydrates

from photosynthesis, these microscopic fellows provide more than 90% of the coral's nutritional requirements, in exchange for inorganic waste metabolites from their animal host. They also give corals their characteristic colours which may vary from brownish, bluish, purplish, reddish to greenish. However, extended periods of high temperature cause heat stress to which the microalgae symbionts respond with the production of harmful substances such as reactive oxygen molecules. This triggers the breakdown of the beneficial association between corals and Symbiodiniaceae and the corals expel the microalgae cells from their bodies. As their microalgae partners leave, the coral bleaches and its white calcium carbonate skeleton underneath becomes visible. Without these microbial symbionts, the coral loses its major source of food, is more susceptible to disease, and left to die.

Probiotic microorganisms as medicine for corals

Scientists around the world work tirelessly on finding new solutions to replant and restore coral reefs and create corals more resilient to climate change. Recent research indicated the potential of microbiome-based interventions, such as probiotics, to protect corals and mitigate negative environmental impacts. Indeed, the photosynthetic microalgae are not the only allies of corals. An enduring partnership with a variety of bacteria, archaea, fungi, protists, and viruses contributes to the maintenance of an equilibrium in corals and enhances the fitness of the animal host. These diverse microbial communities participate in nutrient recycling, UV-light protection, and vitamin supply and some even help in coral larvae development. Analogous to the administration of probiotics in humans, the coral microbiome can be manipulated through the application of specific, beneficial coral-associated microorganisms which increase coral resilience to temperature stress and pathogen attacks. Several studies under controlled laboratory conditions have already provided promising results with different types of coral and bacterial species. Transplantation of the coral microbiome (the collection of all or many microorganisms that naturally live in a coral) using thermo-resistant donor corals from the wild has also shown protective effects on coral, such as increased growth and reduced mortality rates under heat and pathogen challenges. Microbiome-based interventions are promising because they could act on short timescales and buy corals some time until climate change has been slowed down. Marine scientists are now testing the application of coral probiotics in the ocean on coral reefs. The world's first underwater coral probiotics village was

inaugurated in 2022 in the Red Sea in Saudi Arabia just 20 km off the King Abdullah University for Science and Technology. It is a permanent natural underwater laboratory designed and established to develop coral microbiome research in the natural habitat and to solve the many engineering-related challenges imposed by probiotics application beneath the wild ocean surface.

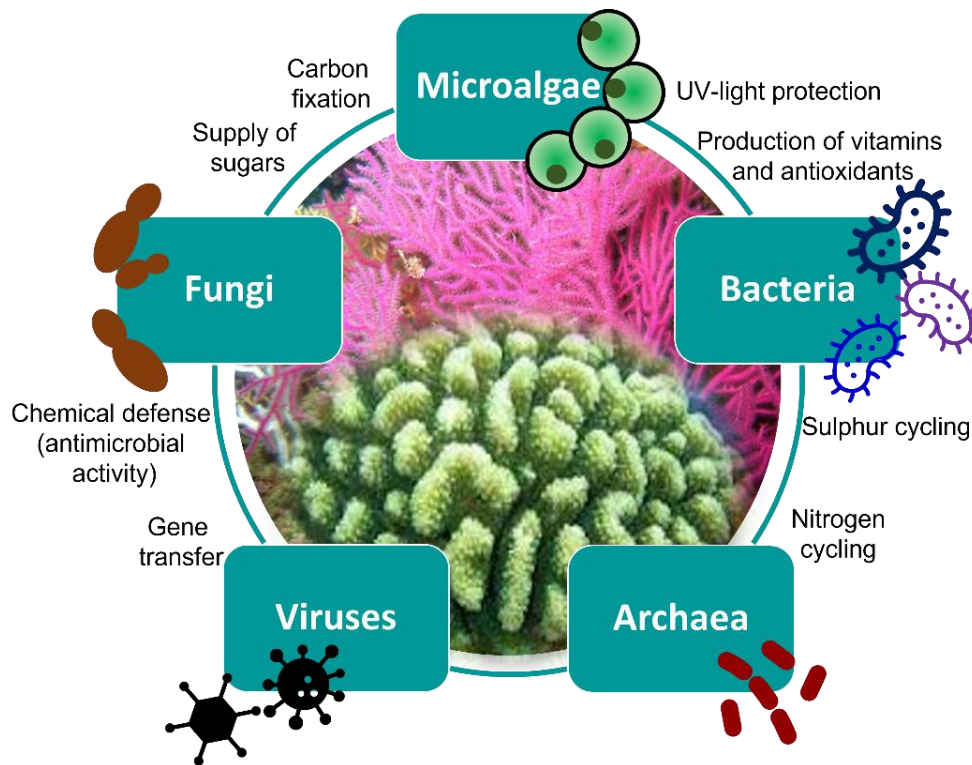


Illustration: Diverse microorganisms live in association with coral, sustain it and keep it healthy.

Coral microbiome research in Portugal and at Instituto Superior Técnico

The diversity of corals is not tied to tropical regions and not all corals secrete the typical calcium carbonate skeleton. Indeed, corals can be found in all major seas with some species even occurring in the Arctic, or in the deep sea in over 3000 m depth. Portugal's waters are rich in a certain, widely distributed group of corals – the so-called octocorals. One of them is the precious red coral, *Corallium rubrum*, exploited for the making of jewellery since antiquity. Among them are also the gorgonian corals, or sea fans, that give rise to some of Portugal's underwater forests, the 'gorgonian

gardens', which too flourish with marine wildlife. Octocorals and their microbial partners are prolific producers of bioactive molecules of interest to the blue bioeconomy. The bioactivities of these compounds range from antitumoral, antibiotic, antifungal, and anti-inflammatory to antifouling properties, indicating vast potential for pharmaceutical and biotechnological applications. At Instituto Superior Técnico, we investigate the communities of marine microorganisms that live in symbiosis with octocorals from Portuguese waters. We study the ecological role and biotechnological potential of octocoral symbionts as well as the molecular mechanisms of coral-microbe interactions. We look for novel bioactive molecules from these microbes – which in the future may enter the marine drug discovery pipeline or be of interest for aquaculture or the maritime industry. We also explore certain polymer degrading enzymes produced by the microorganisms associated with octocorals which could help in the processing and upcycling of seafood waste. With our research on octocoral-associated microorganisms, we thrive to contribute to a sustainable blue bioeconomy and to promote coral and ocean health. For that our children and grandchildren can still gaze in wonder at the astonishing beauty of corals, we must uphold the fine partnership between corals and their beneficial microorganisms.

António Portugal

Centro de Ecologia Funcional - Ciência para as
Pessoas e o Planeta - Universidade de Coimbra
FitoLab – Laboratório de Fitossanidade, Instituto
Pedro Nunes



António Portugal é licenciado em Biologia, Mestre em Ecologia e Doutorado em Biologia (Biologia Molecular) pela Universidade de Coimbra. É Professor Auxiliar no Departamento de Ciências da Vida da UC, onde leciona várias unidades curriculares como Genética, Recursos Genéticos, Fitopatologia e Biorremediação. É investigador do Centro de Ecologia Funcional e do Laboratório Associado TERRA. A sua principal área de investigação, ligada à Microbiologia e à Micologia, é a Biodeterioração, em particular a Biodeterioração de Património Cultural. Trabalha em Biodeterioração desde 2005, em vários tipos de suporte e itens de património cultural, desde documentos em papel e pergaminho, pinturas, esculturas, monumentos em pedra, entre outros, investigação essa alicerçada em vários projetos que tem liderado enquanto PI. Tem dezenas de artigos científicos publicados em revistas internacionais da área.

Paralelamente, é Diretor do FitoLab – Laboratório de Fitossanidade do Instituto Pedro Nunes (IPN), sendo a Fitopatologia, e em particular as doenças fúngicas das plantas, outra das suas áreas de investigação. Este laboratório de I&D dedica-se à deteção e investigação de pragas e doenças das plantas atuando nas vertentes da prestação de serviços através da realização de ensaios para o despiste e deteção de organismos de quarentena, regulados e outros, consultoria e investigação, integrando projetos em consórcio. É coordenador científico das áreas da Micologia e Virologia no FitoLab.

A importância dos microrganismos e do clima na biodeterioração do património cultural

Esta palestra incide sobre o tema e estudo da Biodeterioração que afeta o património cultural, quer estejamos a falar de itens e bens de património cultural móvel ou imóvel. A biodeterioração é provocada maioritariamente por vários grupos de microrganismos, desde bactérias e arqueias, algas (microalgas), e fungos (microfungos), mas claro que outros grupos como animais (por exemplo, insetos e moluscos) e plantas não estão afastados enquanto agentes causadores de Biodeterioração. No entanto, nesta apresentação, vamos falar essencialmente do papel dos microrganismos como agentes importantes de Biodeterioração, em vários tipos de suportes de herança cultural, sendo versados vários exemplos de património cultural afetados, desde documentos históricos em papel e pergaminho, pinturas, esculturas em madeira e em pedra, monumentos construídos em pedra (dando ênfase ao calcário), entre outros suportes, sendo esta precisamente a nossa área de investigação. Não estivéssemos nós a celebrar o Dia Internacional do Microrganismo!

Vários conceitos base são apresentados e explicados, desde a própria *Biodeterioração* e conceitos associados como a *Biodegradação* e até a *Biorremediação*, passando pela definição de património cultural (*Cultural Heritage*) e de outros conceitos associados ao património, apresentando-se vários exemplos e casos de estudo em múltiplos acervos e monumentos que temos vindo a estudar.

São descritas sucintamente diversas abordagens e técnicas de estudo e de avaliação da diversidade microbiológica que coloniza e deteriora o património cultural, técnicas de amostragem desenvolvidas, e também alguns métodos de controlo e de desinfeção inovadores que têm vindo a ser aplicados pelo nosso grupo de investigação, além claro, dos efeitos que os microrganismos têm sobre o património cultural.

Outro conceito que é muito importante e que é explorado nesta palestra é o conceito de *Biorecetividade*, quer estejamos a falar de *Biorecetividade* primária, secundária, terciária ou até quaternária. Estes conceitos serão abordados e revisitados em pormenor, e ilustrados com diversos exemplos também estudados por nós. Será dada ênfase aos efeitos e interações que os microrganismos têm sobre e com os materiais que constituem alguns dos nossos monumentos mais importantes, nesta perspetiva da recetividade dos materiais à colonização biológica.

Claro que o papel dos microrganismos na Biodeterioração do património cultural é acelerado pela interação com os fatores abióticos, como a luz, temperatura, pluviosidade, humidade, vento, entre outros, ou até pode ser exacerbado também pela poluição atmosférica. Num cenário que todos temos bem presente e evidente de alterações climáticas, que nos afeta em várias áreas e que é bem visível e palpável nas nossas sociedades, a biodeterioração do património cultural não foge pois, nem é imune à ação inexorável das mudanças climáticas. Assim, são apresentados vários exemplos em como o património cultural, e em particular a sua biodeterioração são afetados pelas alterações climáticas, bem como alguns casos de estudo em monumentos emblemáticos a nível mundial e até nacional, em que é demonstrado o efeito claro das alterações climáticas nas comunidades microbianas que vivem e florescem nesses monumentos. Se em muitos ambientes *indoor*, o efeito desta mudança climática possa passar mais despercebido (mas mesmo em ambientes *indoor* o património cultural está sob ameaça), o mesmo já não acontece quando falamos, por exemplo, de monumentos *outdoor* em pedra, onde são bem visíveis esses efeitos. Esses efeitos podem ser observados no *shift* de comunidades, por exemplo, cianobactérias substituindo algas, na presença mais abundante de espécies microbiológicas mais resistentes, como os *black fungi* (BF) (também conhecidos como *rock-inhabiting fungi* (RIF) ou *microcolonial fungi* (MCF), na maior incidência e taxas de recolonização dessas mesmas espécies mais agressivas para o património cultural que surgem após ações de restauro e limpeza com os biocidas comumente usados, nos maiores danos provocados por essas espécies ao suporte em causa, na maior velocidade de ação (menor intervalo de tempo para causar o mesmo dano), nos equilíbrios que são rompidos e destruídos, ou até na maior recetividade de muitos materiais à colonização biológica.

Todas estas informações serão sempre importantes quando se pretende implementar ações de restauro, limpeza e conservação em diversos itens de património cultural. Cada vez mais a Biologia e em particular a Microbiologia têm uma palavra crucial a dizer neste campo, ainda para mais no cenário de alterações climáticas que vivemos e experienciamos a cada dia, a cada mês, a cada estação do ano, a cada ano... A História tem já vários exemplos negativos em que vários monumentos ou sítios tiveram que ser irremediavelmente fechados ao público, por causa de danos provocados pela biodeterioração, por falta de conhecimento científico ou por falta de capacidade em prever danos no futuro. Compete a todos nós impedir que mais exemplos negativos venham a surgir! Por isso afirmamos que a Microbiologia e a Biologia são importantes, quando falamos da

salvaguarda do nosso património cultural! *Biology matters, Microbiology matters in Cultural Heritage!*

Combater as alterações climáticas, estudar e mitigar os seus efeitos, em particular no Património Cultural deve ser um desígnio também da comunidade científica, que trabalha nesta área, e de todos nós!

Se podemos falar em danos económicos gigantescos que a Biodeterioração provoca e acarreta em muitos domínios sociais, em diversas áreas, e que são relativamente fáceis de contabilizar e calcular, os danos no património cultural revestem-se duma importância ainda maior – é que muitos deles são ou serão irreparáveis, sendo impossível em muitos casos calcular com exatidão o montante desses danos, que perdurarão para todo o sempre! É também objetivo desta palestra e deste dia que celebramos, alertar, pois, para a importância dos microrganismos e da biodeterioração, na salvaguarda do nosso património, que está sob ameaça, particularmente neste cenário difícil de alterações do clima!

António Portugal

Center for Functional Ecology - Science for
People and the Planet - University of Coimbra
FitoLab - Plant Health Laboratory, Pedro Nunes
Institute



António Portugal has a degree in Biology, a Master's in Ecology and a PhD in Biology (Molecular Biology) from the University of Coimbra. He is an Assistant Professor at the Department of Life Sciences at UC, where he teaches various courses such as Genetics, Genetic Resources, Plant Pathology and Bioremediation. He is a researcher at the Centre for Functional Ecology and TERRA Associate Laboratory. His main area of research, linked to Microbiology and Mycology, is Biodeterioration, in particular Biodeterioration of Cultural Heritage. He has been working on Biodeterioration since 2005, on various types of support and items of cultural heritage, from paper and parchment documents, paintings, sculptures, stone monuments, among others, research based on various projects that he has led as PI. He has published dozens of scientific articles in international journals in the field.

At the same time, he is Director of the FitoLab - Laboratory for Phytopathology of the Pedro Nunes Institute (IPN), where Plant Pathology, and in particular fungal plant diseases, is another of his research areas. This R&D laboratory is dedicated to the detection and investigation of plant pests and diseases. It provides services by carrying out tests for the screening and detection of quarantine organisms, regulated organisms and others, consultancy and research, integrating several consortium projects. He is the scientific coordinator of the Mycology and Virology areas at FitoLab.

The Biodeterioration of Cultural Heritage

This lecture focuses on the theme and study of biodeterioration affecting cultural heritage, whether we are talking about movable or immovable cultural heritage items and assets. Biodeterioration is mostly caused by various groups of microorganisms, ranging from bacteria and archaea, algae (microalgae), and fungi (microfungi), but of course other groups such as animals (e.g., insects and molluscs) and plants are not excluded as agents causing biodeterioration. However, in this presentation, we will essentially be talking about the role of microorganisms as important agents of biodeterioration, in various types of cultural heritage supports, with various examples of affected cultural heritage being discussed, from historical documents on paper and parchment, paintings, wood and stone sculptures, monuments built in stone (with an emphasis on limestone), among others, this being precisely our area of research. Were we not celebrating International Microorganism Day!

Several basic concepts are presented and explained, from *Biodeterioration* itself and associated concepts such as *Biodegradation* and even *Bioremediation*, to the definition of *Cultural Heritage* and other concepts associated with heritage, presenting several examples and case studies in multiple collections and monuments that we have been studying.

Various approaches and techniques for studying and evaluating the microbiological diversity that colonizes and deteriorates cultural heritage are briefly described, as are the sampling techniques developed and some innovative control and disinfection methods that have been applied by our research group, as well as, of course, the effects that microorganisms have on cultural heritage.

Another concept that is very important and that will be explored in this lecture is the concept of Bioreceptivity, whether we are talking about primary, secondary, tertiary or even quaternary bioreceptivity. These concepts will be covered and revisited in detail, and illustrated with various examples that we have also studied. Emphasis will be placed on the effects and interactions that microorganisms have on and with the materials that make up some of our most important monuments, from this perspective of the receptivity of materials to biological colonization.

Of course, the role of microorganisms in the biodeterioration of cultural heritage is accelerated by interaction with abiotic factors, such as light, temperature, rainfall, humidity, wind, among others, and can even be exacerbated by atmospheric pollution. In a scenario in which we all have a clear

understanding of climate change, which affects us in various areas and is very visible and palpable in our societies, the biodeterioration of cultural heritage is not immune to the inexorable action of climate change. Several examples are presented of how cultural heritage, and in particular its biodeterioration, is affected by climate change, as well as some case studies of emblematic monuments worldwide and even nationally, in which the clear effect of climate change on the microbial communities that live and flourish in these monuments is demonstrated. While in many indoor environments the effects of climate change may go unnoticed (but even in indoor environments cultural heritage is under threat), this is no longer the case when we talk about outdoor stone monuments, for example, where these effects are clearly visible. These effects can be seen in the shift of communities, for example cyanobacteria replacing algae, in the more abundant presence of more resistant microbiological species, such as *black fungi* (BF) (also known as *rock-inhabiting fungi* (RIF) or *microcolonial fungi* (MCF), the higher incidence and recolonization rates of these same species, which are more aggressive to cultural heritage and appear after restoration and cleaning actions with commonly used biocides, the greater damage caused by these species to the support in question, the greater speed of action (shorter time interval to cause the same damage), the balances that are broken and destroyed, or even the greater receptivity of many materials to biological colonization.

All this information will always be important when we want to implement restoration, cleaning and conservation actions on various items of cultural heritage. Biology, and microbiology in particular, has an increasingly crucial role to play in this field, especially against the backdrop of climate change that we live and experience every day, every month, every season, every year... History already has several negative examples in which various monuments or sites have had to be irretrievably closed to the public, due to damage caused by biodeterioration, or to the lack of scientific knowledge or a lack of ability to predict future damage. It is up to all of us to prevent more negative examples from arising! That's why we say that microbiology and biology matter when it comes to safeguarding our cultural heritage! *Biology matters, Microbiology matters in Cultural Heritage!*

Fighting climate change, studying and mitigating its effects, particularly on Cultural Heritage, should also be a goal of the scientific community working in this area, and of all of us!

If we can talk about the huge economic damage that biodeterioration causes and entails in many societal domains, in various areas, and which is relatively easy to count and calculate, the damage to cultural heritage is even more important - because many of them are or will be irreparable, and in many cases, it is impossible to accurately calculate the amount of damage, which will last forever! It

is also the aim of this lecture and the day we are celebrating to raise awareness of the importance of microorganisms and biodeterioration in safeguarding our heritage, which is under threat, particularly in this difficult climate change scenario!

Jaime Nina

Infecionologista, Consulta do Viajante
e Medicina Tropical / IHMT, UNL



Jaime Manuel Simões Nina ocupa a posição de Professor Jubilado no Instituto de Higiene e Medicina Tropical, desde o ano de 2022. Jaime Nina é detentor de um extenso percurso académico e profissional. Ele obteve o seu Ph.D. em Medicina pela Universidade de Londres em 1995, além de ter conquistado o título de DRTM&H pela mesma universidade no mesmo ano. A sua formação inclui também uma Licenciatura em Medicina pela Universidade de Lisboa, obtida em 1975.

A sua carreira abrange diversas instituições profissionais ao longo dos anos. Ele desempenhou funções no Hospital de Egas Moniz durante diferentes períodos, incluindo os anos de 1979 a 1987, 1993 a 2008 e 2010 a 2022. Além disso, trabalhou no Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge de 2008 a 2010, e no Instituto de Higiene & Medicina Tropical da Universidade Nova de Lisboa desde 1983.

Jaime Nina também contribuiu para a Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa, onde trabalhou nos anos de 1979 a 1983 e novamente de 2019 a 2022. Ele serviu no Hospital Distrital de Santarém de 1987 a 1993 e cumpriu serviço militar de 1977 a 1979. Os seus primeiros anos de carreira foram dedicados aos Hospitais Cívicos de Lisboa, de 1975 a 1977.

Atualmente, ele ocupa posições de destaque, incluindo a de Presidente da Direção do Colégio de Medicina Tropical da Ordem dos Médicos desde 2016, e a de Consultor para a Aga Khan Development Network / FCT desde 2018.

As áreas de pesquisa de Jaime Nina abrangem tópicos importantes como a infeção por HIV, com foco no HIV-2, tuberculose, criptosporidiose e diarreia em pacientes com HIV, febres hemorrágicas como Ebola e Marburg, bem como a atual pandemia de COVID-19, infeções emergentes e bioterrorismo, e malária clínica, com especial atenção ao MRPf.

Ele também possui diversas publicações relevantes em seu currículo, destacando-se o seu artigo "A Difficult Diagnosis of Plasmodium ovale Malaria" em 2021, entre outros.

Jaime Nina é um profissional com vasta experiência e contribuições significativas para a área da medicina e pesquisa em doenças infecciosas.

Alterações Climáticas e Doenças Infecciosas

Começo por lembrar que só temos um planeta, a que chamamos Terra. No sistema solar, tanto quanto sabemos, não existe nenhum outro planeta ou satélite com características que permitam uma colonização por humanos – pelo menos sem grandes alterações ambientais, em ambientes artificiais ainda mais longe do que chamamos “normal” do que os habitats perigosamente instáveis e artificiais construídos no continente Antártica.

Pior, a única experiência no género até hoje efetuada, com início em 1991, a chamada Biosfera 2, teve resultados particularmente preocupantes. Biosfera 2 foi construída num deserto do Arizona, EUA, consistindo num gigantesco e hermeticamente fechado conjunto de cúpulas interligadas, onde foram colocadas cerca de 3000 espécies de plantas, animais, fungos e microrganismos, na tentativa de recriar um ecossistema funcionante isolado do Mundo, da Natureza. 8 cientistas voluntários humanos também lá foram enclausurados, a bem da Ciência. Mas os resultados não foram os esperados. Quase todos os vertebrados, e muitos outros organismos, extinguíram-se. Particularmente preocupante foi a extinção de todos os insetos polinizadores. Pelo contrário, formigas e baratas “explodiram”. A concentração de oxigénio foi baixando progressivamente, enquanto a do anidrido carbónico flutuou selvagememente, sem se perceber o porquê. Os cientistas voluntários foram-se sentindo cada vez piores e foram pedindo para sair. O último (e autor da proposta de experiência) foi o último a sair, acabando a experiência – mas já tinha sequelas graves, e viveu o resto da sua vida numa cadeira de rodas. Apesar de extensivamente estudado não se conseguiu descobrir se as suas lesões neurológicas foram provocadas por carência de algum(s) oligoelemento(s) e/ou vitamina(s), ou por acumulação de algum(s) toxina(s), ou por outro motivo não identificado. Ou seja, foi uma experiência de humildade frisando toda a nossa ignorância de como funciona um ecossistema. E do ponto de vista prático, eliminando a hipótese de construir um segundo ecossistema humanizado noutra planeta num futuro próximo, mesmo supondo que lá conseguíamos chegar com “bagagem” suficiente.

Mas o clima do “nosso” planeta, o original, está a mudar. E a mudar rapidamente. De facto, tanto quanto já se consegue inferir, está a mudar mais rapidamente do que nalguma outra ocasião nos últimos 65 milhões de anos, desde que um asteroide / cometa chocou com a Terra e provocou alterações tão graves que levou á extinção de +/- 60 % das espécies de organismos multicelulares então existentes, incluindo os famosos dinossauros não-aviários. E a causa deste aquecimento

recente somos nós, com a produção gigantesca de gases de efeito de estufa devido á queima de combustíveis fósseis, além da desflorestação maciça, particularmente nos Trópicos. A concentração atmosférica medida do mais importante gás de efeito de estufa, o anidrido carbónico, passou de 280 para 420 partes por milhão, desde a era pré-industrial – que para este efeito se considera 1850 – e os níveis atuais, 2023. E continua a subir, sem dar sinais de abrandamento.

Os resultados estão á vista, quer na frequência, intensidade, duração e disseminação das ondas de calor, quer na gravidade e frequência de incêndios selvagens, quer no degelo dos glaciares de montanha ou dos polos, com a correspondente lenta, mas constante, subida do nível médio dos oceanos. Particularmente importante, pelos efeitos que tem nas populações humanas, nomeadamente através do impacto na agricultura, é o efeito no ciclo da água. Em média, por cada grau centígrado de aumento de temperatura média, a capacidade de saturação da atmosfera sobe cerca de 6 a 7 %. Mas tudo o que sobe acaba por descer, e a água não é exceção. A água que se evapora nos oceanos acaba por cair, na forma de chuva ou de neve. Com o aumento da temperatura média, a evaporação aumenta, pelo que, quando chove, chove mais intensamente – daí o aumento da frequência e intensidade das inundações. Em contraste, quando não chove, os terrenos secam mais rapidamente, daí o aumento da frequência e intensidade das secas.

E quanto aos efeitos na Saúde? Para além dos efeitos direitos, tais como insolações e choques de calor, temos as descompensações mais frequentes de doenças crónicas, particularmente insuficiências cardíacas, respiratórias ou renais, lembrando que já estão entre as maiores causas de morte no Mundo, nomeadamente em Portugal. Mas quero particularmente frisar o efeito nas infeções. Os agentes infecciosos são tão suscetíveis aos efeitos do clima, e das alterações climáticas, quanto nós, ou até mais. Basta pensar no terrível surto de cólera que aflige Moçambique neste momento, tendo começado ainda no ano passado, mas sem dar sinais de abrandar. Não por acaso, este surto deflagrou após a sequência de tempestades e inundações que no último ano e tal têm fustigado quer aquele país quer os localizados a montante dos rios que vão desaguar a Moçambique, países como o Malawi, a Zâmbia ou o Zimbábue. E dado que os microrganismos, neste caso o vibrião colérico, não usam passaporte, nada consegue impedir que as águas dos rios os levem para jusante, para as zonas entretanto alagadas de Moçambique.

Mas há um grupo de infeções que são especialmente sensíveis aos efeitos do clima e das alterações climáticas: são as infeções transmitidas por artrópodes.

Estas vivem de um equilíbrio instável entre os seus três componentes: o agente, o hospedeiro e o(s) vetor(es). Os vetores artrópodes são muito sensíveis aos efeitos quer da temperatura quer da humidade, logo estas infeções vivem em ciclos, quer podem evoluir quer para extinção espontânea quer para rapidamente explodir á escala continental ou mundial, pandémica. Tudo dependente do clima. O mais famoso exemplo foi o surto que ficou na história com o nome de “peste negra”, provocado por uma bactéria, *Yersinia pestis* (Alexandre Yersin, 1894) também chamada *Yersinia pseudotuberculosis* var. *pestis*, ou *Pasteurella pestis*, transmitida por uma pulga, em regra a pulga do rato “doméstico”, a *Xenopsylla cheopis*. A estimativa é que quando entrou no Ocidente terá provocado, entre 1348 e 1350, a morte de um terço a metade da população da Europa, incluído Portugal, e do Mediterrâneo. Aliás, e suspeitosamente, os valores de mortalidade mais altos são estimados para os países que na altura tinham os melhores registos vitais, no caso da Europa cristã a França, no caso do mundo muçulmano o Egipto.

Talvez o melhor exemplo, ou o mais bem estudado, é a malária. As malárias não são exclusivas dos humanos, quase todos os vertebrados terrestres suficientemente estudados foram encontrados parasitados por uma ou várias espécies de malária. No caso das malárias humanas, os agentes são uma (ou várias, às vezes estão associados) espécie de um protista que foi chamado *Plasmodium*. O vetor são mosquitos, de inúmeras espécies do género *Anopheles*. Ora a larva do mosquito é aquática, logo os mosquitos são extremamente dependentes da pluviosidade e da formação de pequenas soluções de água. E também, tal como os adultos, são muito dependentes da temperatura: se esta for demasiado baixa, pura e simplesmente não se desenvolvem. Aliás, todos temos essa experiência pessoal: de Inverno não há mosquitos.

A malária foi eliminada de Portugal, onde era popularmente conhecida por “sezões” ou “sezonismo” ou “paludismo” ou “febres terças”, e onde até meio do século XX era uma das três maiores causas de morte a nível nacional. E foi eliminada com grande e meritório esforço, sustido durante décadas, nos anos 40s e 50s do século passado. Aliás como em todos os países da Europa. Ora a subida da temperatura média que se verifica aumenta a suscetibilidade a uma reintrodução. E porquê? Vejamos:

- O aquecimento global desloca os limites de frio da transmissão da malária em direção aos polos;
- O aquecimento global aumenta a duração da estação de transmissão da malária, limitada pelo frio invernal;
- O aquecimento global acelera o desenvolvimento do parasita no mosquito;
- O aquecimento global acelera o desenvolvimento da larva do mosquito;
- O aquecimento global aumenta as necessidades alimentares (e as picadas) dos mosquitos;
- O aquecimento global promove atividades humanas ao ar livre;
- O aquecimento global promove o dormir com janela aberta;
- O aquecimento global acelera a degradação ambiental dos inseticidas.

Mas a peste e a malária são apenas exemplos, por acaso uma bactéria e um protista. Vírus também são um problema. Os vírus transmitidos por vetores artrópodes são chamados arbovírus – a portuguesa da sigla de língua inglesa “*arbovirus*” (= *arthropod borne viruses*) e estão descritos mais de 3000, lista que todos os anos é alargada. Alguns são muito conhecidos, habitualmente por maus motivos, como a febre amarela, o dengue ou o zika.

Portugal foi vítima de um exemplo paradigmático do risco de reintrodução destas infeções. O programa de monitorização de mosquitos, que felizmente existe em Portugal há muitos anos, detetou a partir de 2005 a presença do mosquito *Aedes aegypti* na ilha da Madeira, possivelmente introduzido a partir do Brasil. Apesar de todos os avisos de risco, este mosquito continuou a veranejar alegremente na Madeira, e o que tinha de acontecer aconteceu: em 2012, possivelmente a partir de um viajante em período de incubação, o mosquito infetou-se com um dos vírus que pode transmitir, o dengue. E acabou por provocar um surto com 2164 casos notificados, com um tremendo impacto económico, dado o turismo ser a maior indústria da Madeira. Pior, o surto só terminou quando o frio de janeiro / fevereiro interrompeu a transmissão no mosquito, as atividades de controle efetuadas não foram capazes. O que não augura nada de bom – aliás o *Aedes aegypti* continua na Madeira...

Mas não há apenas risco de reintrodução, há também introdução, de novo. Um bom exemplo é a encefalite europeia da carraça. Tradicionalmente existente no centro e leste da Europa, nos últimos 30 ou 40 anos tem-se constatado não só a subida lenta, mas irregularmente contínua do número de casos, como a invasão de novas áreas, para Norte (com Verões menos frios para as carraças vetores)

e para Oeste (com Verões menos húmidos, dado as carraças não gostarem de grande humidade ambiente).

E termino dizendo que é tempo de acabar com a inatividade e começarmos a preparar-nos para o pior. Este assunto está a ser levado muito a sério, quer a nível pan-europeu, pelo ECDC, quer a nível de vários estados, por exemplo o Reino Unido e a França. Em Portugal, se estivermos preparados, e não acontecer, melhor. Se acontecer, e uma infeção for introduzida ou reintroduzida, a preparação permitirá resolver o problema com muito mais facilidade – afinal, até conseguimos eliminar a malária, há já duas ou três gerações.

Jaime Nina

Infeciologista, Consulta do Viajante
e Medicina Tropical / IHMT, UNL



Jaime Manuel Simões Nina holds the position of Professor Emeritus at the Institute of Hygiene and Tropical Medicine since 2022. Jaime Nina has an extensive academic and professional background. He obtained his Ph.D. in Medicine from the University of London in 1995, along with a DRTM&H (Diploma in Tropical Medicine and Hygiene) from the same university in the same year. His educational background also includes a degree in Medicine from the University of Lisbon, which he achieved in 1975.

His career has spanned various professional institutions over the years. He served in different periods at the Egas Moniz Hospital, including from 1979 to 1987, 1993 to 2008, and 2010 to 2022. Additionally, he worked at the National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge from 2008 to 2010, and at the Institute of Hygiene & Tropical Medicine of Nova University of Lisbon since 1983.

Jaime Nina also made contributions to the Faculty of Medical Sciences of Nova University of Lisbon, where he worked from 1979 to 1983 and again from 2019 to 2022. He served at the Santarém District Hospital from 1987 to 1993 and fulfilled military service from 1977 to 1979. His early career years were dedicated to the Lisbon Civil Hospitals from 1975 to 1977.

Currently, he holds prominent positions, including President of the Directorate of the College of Tropical Medicine of the Portuguese Medical Association since 2016 and Consultant for the Aga Khan Development Network / FCT since 2018.

Jaime Nina's research areas encompass important topics such as HIV infection, with a focus on HIV-2, tuberculosis, cryptosporidiosis and diarrhea in HIV patients, hemorrhagic fevers such as Ebola and Marburg, as well as the current COVID-19 pandemic, emerging infections, bioterrorism, and clinical malaria, with special attention to MRPf.

He also has several relevant publications to his credit, including his article "A Difficult Diagnosis of Plasmodium ovale Malaria" in 2021, among others.

Jaime Nina is a professional with extensive experience and significant contributions to the field of medicine and infectious disease research.

Climate Changes and Infectious Diseases

I start by remembering that we have only one planet, which we call Earth. In the solar system, as far as we know, there is no other planet or satellite with characteristics that allow a colonization by humans - at least without major environmental changes, in artificial environments even further away from what we call "normal" than the dangerously unstable and artificial habitats ones built on the continent of Antarctica.

Worse, the only experiment of its kind carried out so far, starting in 1991, the so-called Biosphere 2, had particularly worrying results. Biosphere 2 was built in a desert in Arizona, USA, consisting of a gigantic and hermetically closed set of interconnected domes, where about 3000 species of plants, animals, fungi and microorganisms were placed, in an attempt to recreate a functioning ecosystem isolated from the World, from Nature. 8 human volunteer scientists were also confined there, for the good of Science. However, the results were not the expected. Almost all vertebrates, and many other organisms, became extinct. Of particular concern was the extinction of all pollinating insects. On the contrary, ants and cockroaches "exploded". The oxygen concentration gradually decreased, while the carbon dioxide concentration fluctuated wildly, without being understood why. The volunteer scientists felt increasingly worse and asked to leave. The last one (and author of the experience proposal) was the last to leave, ending the experience – but he already had serious sequelae, and he lived the rest of his life in a wheelchair. Despite being extensively studied, it was not possible to find out whether his neurological damage was caused by a lack of some oligoelement(s) and/or vitamin(s), or by the accumulation of some toxin(s), or by another unidentified reason. In other words, it was a humbling experience highlighting all our ignorance of how an ecosystem works. Moreover, from a practical point of view, the possibility of building a second humanized ecosystem on another planet in the near future was eliminated - even assuming that we managed to get there with enough "baggage".

However, the climate of "our" planet, the original, is changing. And changing quickly. In fact, as far as can be inferred, it is changing faster than at any other time in the last 65 million years, since an asteroid / comet hit Earth and caused changes so severe that it led to the extinction of +/- 60% of multicellular organisms species that existed at the time, including the famous non-avian dinosaurs.

And the cause of this recent warming is us, with the gigantic production of greenhouse gases due to the burning of fossil fuels, in addition to massive deforestation, particularly in the Tropics. The measured atmospheric concentration of the most important greenhouse gas, carbonic anhydride, went from 280 to 420 parts per million, since the pre-industrial era – which for this purpose is considered 1850 – and the current levels, 2023. And it goes up and up, showing no signs of slowing down.

The results are here, to everybody to see, whether in the frequency, intensity, duration and spread of heat waves, or in the severity and frequency of wild fires, or in the melting of mountain glaciers or the poles, with the corresponding slow, but constant, rise of the average ocean level. Particularly important, due to the effects it has on human populations, in particular through the impact on agriculture, is the effect on the water cycle. On average, for every degree centigrade increase in average temperature, the saturation capacity of the atmosphere increases by around 6 to 7%. But everything that goes up eventually comes down, and water is no exception. The water that evaporates in the oceans ends up falling back in the form of rain or snow. As the average temperature increases, evaporation increases, so when it rains, it rains more intensely – hence the increase in the frequency and intensity of floods. In contrast, when there is no rain, the land dries out more quickly, hence the increase in the frequency and intensity of droughts.

What about the health effects? In addition to direct effects, such as sunstroke and heatstroke, we have a more frequent decompensation from chronic diseases, particularly heart, respiratory or kidney failure, remembering that they are already among the commonest causes of death in the world, including in Portugal. But here I particularly want to highlight the effect on infections. Infectious agents are as susceptible to the effects of climate and climate change as we are, or even more so. Just think about the terrible cholera outbreak that is currently affecting Mozambique, having started last year but showing no signs of slowing down. Not by chance, this outbreak began after a sequence of storms and floods that over the last year or so have hit both that country and those located upstream of the rivers that flow into Mozambique, countries such as Malawi, Zambia or Zimbabwe. Given that microorganisms, in this case the choleric vibrio, do not use passports, nothing can prevent the river waters from taking them downstream, to the flooded areas of Mozambique.

There is a group of infections that are especially sensitive to the effects of climate and climate change: infections transmitted by arthropods. These live on an unstable balance between their three components: the agent, the host and the vector(s). Arthropod vectors are very sensitive to the effects of both temperature and humidity, so these infections live in cycles, either evolving into spontaneous extinction, or quickly exploding on a continental or global pandemic scale. All dependent on the weather. The most famous example was the outbreak that went down in history with the name “Black Death”, caused by a bacterium, *Yersinia pestis* (Alexandre Yersin, 1894) also called *Yersinia pseudotuberculosis* var. *pestis*, or *Pasteurella pestis*, transmitted by a flea, usually the “house mouse” flea, *Xenopsylla cheopis*. The estimate is that when it entered the West, between 1348 and 1350 it caused the death from a third to half of the population of Europe, including Portugal, and the Mediterranean. In fact, and suspiciously, the highest mortality figures are estimated for countries that at the time had the best vital records, in the case of Christian Europe, France, in the case of the Muslim world, Egypt.

Perhaps the best example, or the best studied, is malaria. Malaria is not exclusive to humans; almost all sufficiently studied terrestrial vertebrates have been found parasitized by one or more species of malaria. In the case of human malaria, the agents are one (or several, sometimes associated) species of a protist called *Plasmodium*. The vector is mosquitoes, from numerous species of the *Anopheles* genus. Mosquito larvae are aquatic, so mosquitoes are extremely dependent on rainfall and the formation of small water bodies. Mosquito larvae, as well as adults, are very dependent on temperature: if it is too low, they simply will not develop. In fact, we all have this personal experience: there are no mosquitoes in winter.

Malaria was eliminated from Portugal, where it was popularly known as “sezões” or “sezonismo” or “paludismo” or “tertian fevers”, and where until the middle of the 20th century it was one of the three biggest causes of death nationally. And it was eliminated with great and worthwhile effort, sustained for decades, in the 40s and 50s of the last century. In fact, as in all other European countries. Nowadays the continuous increase in average temperature we are witnessing increases the susceptibility to reintroduction. And why? Let's see:

- Global Warming shifts malaria transmission limits towards the Poles
- Global Warming increases cold-limited malaria transmission season

- Global Warming hastens parasite development cycle in the mosquito
- Global Warming hastens larval development cycle of mosquitoes
- Global Warming increases feeding behavior of mosquitoes
- Global Warming promotes human outdoor activities
- Global Warming promotes human open-window sleeping
- Global Warming hastens insect-repellent / insecticide environmental degradation

Plague and malaria are just examples, incidentally a bacteria and a protist. Viruses are also a problem. Viruses transmitted by arthropod vectors are called arboviruses (the acronym “arbovirus” = *arthropod borne viruses*) and more than 3000 have been described, a list that expanded every year. Some of them are very well known, usually for bad reasons, such as yellow fever, dengue fever or Zika.

Portugal was the victim of a paradigmatic example of the risk of reintroduction of these infections. The national mosquito-monitoring program, which has fortunately existed in Portugal for many years, detected the presence of the *Aedes aegypti* mosquito on the island of Madeira in 2005, possibly introduced from Brazil. Despite all the warnings of the risk it represented, this mosquito was allowed to continue to happily summer in Madeira, and what had to happen, happened: in 2012, possibly from a traveler in the incubation period, the mosquito became infected with one of the viruses it can transmit, the dengue fever virus. And it ended up causing an outbreak with 2164 reported cases, with a tremendous economic impact, given that tourism is the biggest industry in Madeira. Worse, the outbreak only ended when the cold weather of January/February interrupted mosquito transmission, the control activities carried out were unable to do so. All this does not bode well – in fact, *Aedes aegypti* is still in Madeira...

But there is not only risk of reintroduction, there is also a de novo introduction risk. A good example is European tick encephalitis. Traditionally, it existed in central and eastern Europe. In the last 30 or 40 years we have seen not only a slow but irregularly continuous increase in the number of cases, as well as the invasion of new areas, towards the North (with less cold summers for the vector, ticks) and to the West (with less humid summers, as ticks do not like high ambient humidity).

I finish saying that it is time to end inactivity and start preparing for the worst. This matter is being

taken very seriously, at both a pan-European level, by the ECDC, and at the level of several states, for example the United Kingdom and France. In Portugal, if we prepared in time, and it doesn't happen, the better. If it happens, and an infection is introduced or reintroduced, preparation will make it possible to solve the problem much more easily – after all, we even managed to eliminate malaria two or three generations ago.

Referências:

- Mark Nelson. 2021. Biosphere 2's Lessons about Living on Earth and in Space. *in* Space: Sci Technol 2021:8067539. *at* doi:10.34133/2021/8067539.
- IPCC. 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I for the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *at* doi:10.1017/9781009157896.001.
- Jaime Nina. 2014. Malaria. *in* Maltez, F & Almeida, A (Ed.) History of Infectious Diseases, pp 141-195. Lisbon, addsolutions
- ECDC. 2012. Rapid Risk Assessment: Autochthonous dengue cases in Madeira, Portugal. *at* ECDC 10 October 2012.

Jorge Pedrosa

Presidente da Sociedade Portuguesa de Microbiologia,
ICVS/ICVS-3B'S - Universidade do Minho



Jorge Pedrosa é licenciado em Bioquímica (1994) e doutorado em Ciências Biomédicas (2000).

J. Pedrosa é Professor Catedrático e Investigador Sénior no Instituto de Investigação em Ciências Vivas e Saúde (ICVS), Laboratório Associado ICVS/3Bs, UMinho, e os seus interesses de investigação estão relacionados com as interações hospedeiro-patogénico, incluindo na infeção por micobactérias virulentas. Colabora com uma rede de instituições em projetos de investigação clínica em Portugal, Europa, EUA e África.

J. Pedrosa foi responsável pela orientação de 18 doutoramentos, publicou mais de 80 artigos em revistas especializadas, coordenou equipas em vários projetos de I&D nacionais e europeus e foi responsável pela organização de mais de 20 conferências internacionais e cursos avançados.

J. Pedrosa é Presidente da Sociedade Portuguesa de Microbiologia, Presidente da B.ACIS | Associação Ciência Inovação e Saúde, Coordenador da Equipa de Investigação InflammaSignal | ICVS, Coordenador do Biobanco de Biomedicina do Minho (MinhoMedBiobank) e membro dos Conselhos Diretivos das seguintes instituições de investigação clínica: Centro Académico Clínico 2CA- Hospital de Braga e; Centro de Medicina Digital P5.

J. Pedrosa recebeu vários prémios científicos, incluindo: em 1989, o Prémio de Ciência "Boa Esperança"; em 1994, o Prémio "PFIZER"; em 2006, o Prémio "Excelência em Imunologia Mário Arala Chaves"; e em 2010, o Prémio de Ciência Pulido Valente.

A Sociedade Portuguesa de Microbiologia: Ao serviço dos microbiólogos e da sociedade

A Sociedade Portuguesa de Microbiologia (SPM) representa uma comunidade científica aberta, dinâmica e altamente internacionalizada, que promove em Portugal a investigação científica, a inovação, o ensino/divulgação e a atividade profissional relacionada com os microrganismos.

Ao longo da sua existência, esta Sociedade científica tem vindo a projetar a microbiologia Portuguesa a nível internacional, assim como a fortalecer interações em Portugal, não apenas entre os seus sócios, e entre eles e diversos parceiros institucionais, mas também com o público em geral.

Neste enquadramento, são abaixo identificadas as principais atividades da SPM, com ênfase para as atividades de divulgação e de promoção da literacia científica em microbiologia – queremos, desta forma, contribuir para a construção de uma Sociedade Científica cada vez mais aberta e mais participada!

Dia Internacional do Microrganismo (I μ M)

O Dia Internacional do Microrganismo (I μ M), que é o mote para esta nossa presença neste evento promovido pela Academia de Ciências de Lisboa, foi lançado em Portugal pela anterior Direção da SPM, encabeçada com grande entusiasmo pela Prof. Isabel Sá Correia, sendo uma iniciativa que tem tido enorme sucesso, e que tem contado ao longo dos últimos 7 anos com numerosas parcerias nacionais, que, para além de envolverem a academia e os centros de investigação, sob o patrocínio da Comissão Nacional da UNESCO, contaram com a colaboração de diversas instituições, tais como a Agência Ciência Viva, a Ordem dos Biólogos, a Sociedade Portuguesa de Ecologia e, desde 2022, a Academia de Ciências de Lisboa.

Como é também internacionalmente reconhecido, esta iniciativa original da SPM, projetou-se de forma notável além-fronteiras. De facto, cumprindo um dos principais objetivos da SPM ao lançar o I μ M, as atividades têm vindo a ser alargadas a diversos países europeus, com o envolvimento de Sociedades Internacionais de Microbiologia e de outras entidades, sob o chapéu integrador da FEMS (Federação Europeia de Sociedades de Microbiologia), além de outras parcerias intercontinentais, designadamente com países da América Latina.

Com a internacionalização do IµM, na sequência das atividades pioneiras da Prof. Isabel Sá Correia e dos seus colegas, a FEMS assumiu um papel na centralidade ao nível internacional, continuando a SPM a participar internacionalmente, para além de fazer a promoção do IµM em Portugal, apoiando e divulgando as iniciativas que por todo o país sinalizam este dia, em diversas instituições de ensino superior, centros de investigação e instituições ligadas à promoção e divulgação da ciência.

Site da SPM & SPM Magazine

No âmbito da estratégia de abertura da SPM a um público tão vasto quanto possível, promovendo e divulgando as atividades relacionadas com os microrganismos e as suas utilizações, a Sociedade disponibiliza um site bilingue (português/inglês) de acesso aberto (www.spmicrobiologia.pt), que conta com um número crescente de seguidores em todo o mundo. No site, têm vindo a divulgar-se eventos científicos e notícias científicas, assim como entrevistas com microbiólogos Portugueses ou a trabalhar em Portugal, em formato de *podcast*.

Este site hospeda o SPM Magazine, com o objetivo de veicular iniciativas de divulgação da SPM, e que revigoramos através do envolvimento de jovens microbiólogo(s), com a responsabilidade de divulgar temas de investigação em microbiologia, nomeadamente através das redes sociais, assim como fazer a ponte com os meios de comunicação social – voluntários serão muito bem-vindos!

Boletins SPM

Por outro lado, a SPM tem sabido responder a desafios emergentes que envolvem a microbiologia e os microbiólogos, contribuindo, nomeadamente, para uma rápida divulgação da informação científica mais recente, como aconteceu relativamente às publicações sobre SARS Cov-2, no âmbito da emergência de saúde pública colocada pela pandemia da COVID-19.

É importante salientar que estaremos atentos a outros desafios emergentes da microbiologia que possam vir a beneficiar do lançamento de novos instrumentos de comunicação rápida desta natureza, promovendo a participação dos sócios e do público em geral na identificação das temáticas e na organização dos respetivos Boletins.

Concurso Nacional de Comunicação em Microbiologia e Interação com a Comunidade Escolar

Desde setembro de 2019, na sequência da criação do IµM, a SPM decidiu também lançar um concurso aberto que concilia a comunicação escrita com imagem, de forma a expressar um conceito ou aplicação em microbiologia. Esta iniciativa é mais uma forma de incentivar o gosto pela comunicação na área da Microbiologia, bem como de dar a conhecer a um público tão alargado quanto possível os microrganismos, as suas aplicações e as implicações da sua atividade, objetivos que são nucleares para a SPM.

Nesta iniciativa de sucesso, pode concorrer-se individualmente ou em grupo, nas categorias designadas “GERAL” ou “JÚNIOR”, conforme o público-alvo dos trabalhos (resumo de 300 palavras e imagem). Os trabalhos são posteriormente avaliados por um júri composto por microbiólogos e por membros da comunidade, tal como especialistas em comunicação, sendo os que se destacam premiados e publicados no sítio de internet da SPM, contribuindo para a preparação de e-books de divulgação e formação.

De facto, no contexto da celebração do IµM 2022, a SPM lançou mais uma iniciativa inédita em torno do concurso Nacional de Comunicação de Ciência em Microbiologia, publicando um e-book que reúne uma seleção dos melhores trabalhos submetidos nas três primeiras edições. O livro já está disponível gratuitamente num site criado pela SPM <https://cartoonmicrobiologia.com/>.

Temos também a aspiração de vir a aprofundar ainda mais as atividades de interação com as camadas mais jovens da população, no que respeita aos microrganismos e aos seus impactos para a sociedade, nomeadamente lançando formatos inovadores de atividades junto estudantes de escolas, a partir do primeiro ciclo – uma vez mais, aproveitamos esta oportunidade para dizer que estamos abertos à colaboração de voluntários que a nós se queiram juntar.

Eventos científicos

Para o avanço da ciência e da tecnologia na área da microbiologia, que é um processo em progresso constante, é fundamental a partilha das novas descobertas, que têm como veículo, não apenas as publicações científicas, mas também a promoção de encontros/congressos científicos. Neste sentido, para além de dar apoio à divulgação ou participação de jovens investigadores portugueses em eventos organizados por entidades congéneres ao nível internacional, incluindo cartas de apoio a pedidos de financiamento a entidades internacionais, a SPM tem vindo a promover em Portugal a organização de eventos científicos de grande impacto.

De entre estes eventos, destaca-se, pelo seu impacto e continuidade, o MICROBIOTEC. O MICROBIOTEC é coorganizado, bianualmente, entre a SPM e a SPBT (Sociedade Portuguesa de Biotecnologia), e tem registado elevado nível de participação, com cerca de 500 participantes (em 2019 organizado em Coimbra <https://microbiotec19.net/en/>; e, em 2021, em plena pandemia COVID-19, em formato online, pela Universidade Nova de Lisboa <https://microbiotec21.organideia.pt/>) promovendo a apresentação/discussão de trabalho científico de elevada qualidade científica em microbiologia e biotecnologia, e representando, adicionalmente, uma importante contribuição para fomentar pontes entre diferentes áreas científicas/tecnológicas.

Esta estratégia de articulação com sociedades científicas congéneres da SPM está agora a ser aprofundada ao nível internacional, nomeadamente através da organização de um novo tipo de reunião, denominado MICROBIOLOGY 202(X), um simpósio online bianual que decorre inteiramente por participação remota (online), nos anos alternados com o Microbiotec. Este simpósio tem como objetivo proporcionar uma oportunidade para jovens microbiólogos discutirem microbiologia em língua portuguesa, melhorando simultaneamente as suas capacidades de comunicação, bem como contribuir para a criação de oportunidades de *networking*. Nesta estratégia de articulação com sociedades científicas congéneres, a Sociedade Brasileira de Microbiologia coorganizou a primeira edição em 2022, MICROBIOLOGIA2022 <https://microbiologia2022.wordpress.com/>, que envolveu jovens de Portugal, Brasil, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Espanha e Finlândia.

Neste capítulo, é também relevante referir que a SPM promove a organização de mais um novo tipo de reunião, o MICROSUMMITpt, também nos anos alternados com o Microbiotec, envolvendo entidades do mundo produtivo com ligação à microbiologia, tais como *start-ups*, laboratórios de análises, indústrias de base bio, etc – com o objetivo de aproximar a academia e o setor empresarial, criando oportunidades para transferência de conhecimento, cocriação, ou promoção de emprego para microbiólogos. Especialistas, com reconhecida atividade na ligação academia-empresa, partilham as suas visões e experiência, enquanto empreendedores são desafiados a apresentar as suas ideias inovadoras. A primeira edição, MICROSUMMIT2022, decorreu na Universidade Católica Portuguesa, no Porto, contando com dois simpósios temáticos, um focado em empreendedorismo e outro em parcerias universidade-empresa.

Interações com organizações internacionais

Para finalizar, e conforme referido no início deste resumo, é importante reforçar que os avanços na ciência e tecnologia não se atingem de forma isolada, mas sim em redes de investigação e de divulgação que são de âmbito global.

No âmbito internacional, o reconhecimento da SPM é expresso pelo facto de ser um membro ativo da FEMS (Federação das Sociedades Europeias de Microbiologia), da IUMS (União Internacional de Sociedades Microbiológicas), da ALAM (Associação Latino-Americana de Microbiologia) e da ESCMID (Sociedade Europeia de Microbiologia Clínica e Doenças Infeciosas).

Neste âmbito, tem particular relevância a interação com a FEMS, que tem vindo a consolidar-se nos últimos anos, incluindo no apoio à organização de reuniões científicas propostas pelos sócios, nomeadamente no âmbito das oportunidades de apoio financeiro da FEMS, assim como nas atividades conjuntas no âmbito do IµM, com o objetivo de tornar, cada vez mais, este Dia (17 de setembro) numa celebração em todos os continentes.

Considerações finais

A SPM representa uma comunidade vibrante, que congrega um conjunto de sócios que detém um leque alargado de competências nas diversas áreas da microbiologia, com impacto ao nível internacional. Uma das formas de colocar essas competências ao serviço da nossa sociedade, para além de contribuir para os avanços no conhecimento, através da investigação científica e tecnológica e da partilha e divulgação dos avanços científicos em microbiologia, é contribuir para atividades de formação avançada e para a promoção de literacia científica, quer da população em geral, quer de públicos específicos, sobretudo nos âmbitos nacional e lusófono.

Nesse âmbito, a SPM está aberta a novas oportunidades, no sentido de promover ou colaborar com entidades que desenvolvam atividades de literacia em temas emergentes da microbiologia, assim como em temas transversais com relevância para os microbiólogos. É, por isso, um privilégio participar nesta iniciativa da Academia de Ciências de Lisboa.

Jorge Pedrosa

President of Portuguese Microbiology Society,
ICVS/ICVS-3B'S – Minho University



Jorge Pedrosa holds a degree in Biochemistry (1994) and a PhD in Biomedical Sciences (2000).

J. Pedrosa is a Full Professor and Senior Researcher at the Live and Health Sciences Research Institute (ICVS), ICVS/3B's Associate Laboratory, UMinho, and his research interests are related with host-pathogen interactions, including against infection by virulent mycobacteria. He collaborates with a network of institutions on clinical research projects in Portugal, Europe, USA and Africa.

J. Pedrosa has been responsible for the supervision of 18 PhDs, published more than 80 articles in peer-review journals, coordinated teams in several national and European R&D projects and was responsible for the organization of more than 20 international conferences and advanced courses.

J. Pedrosa is the President of the Portuguese Society of Microbiology, President of B.ACIS | Associação Ciência Inovação e Saúde, Coordinator of the InflammaSignal Research Team | ICVS, Coordinator of the Biobank of Biomedicine Minho (MinhoMedBiobank) and member of the Direction Boards of the following clinical research institutions: Clinical Academic Center 2CA– Braga Hospital and; P5 Digital Medicine Center.

J. Pedrosa was the recipient of several scientific awards, including: in 1989 the Science Award “Boa Esperança”; in 1994 the “PFIZER” award; in 2006 the “Excellence in Immunology Mário Arala Chaves” award; and in 2010, the Pulido Valente Science Award.

The Portuguese Society of Microbiology: At the Service of Microbiologists and Society

The Portuguese Society of Microbiology (SPM) represents an open, dynamic and highly internationalised scientific community that promotes research, innovation, teaching/dissemination and professional activities related to microorganisms in Portugal.

Throughout its existence, this scientific society has been promoting the Portuguese microbiology internationally, as well as strengthening interactions in Portugal, not only between its members, and between them and various institutional partners, but also with the general public.

In this context, the SPM's main activities are identified below, with an emphasis on dissemination activities and the promotion of scientific literacy in microbiology – thus, we contribute to an increasingly open and participatory scientific society!

International Microorganism Day (IµM)

The International Microorganism Day (IµM), the reason for our presence at this event promoted by the Academy of Sciences of Lisbon, was launched in Portugal by the previous SPM Direction Board, coordinated with great enthusiasm by Prof. Isabel Sá Correia. This has been a very successful initiative, involving several national partnerships over the last seven years, such as the Ciência Viva Agency, the Association of Portuguese Biologists, the Portuguese Ecology Society and, since 2022, the Academy of Sciences of Lisbon, in addition to academic institutions and research centres, under the patronage of the UNESCO National Commission.

As internationally recognised, this original SPM initiative has a remarkable impact across borders. In fact, in fulfilment of one of SPM's main objectives when launching IµM, the activities have been extended to several European countries, with the involvement of International Microbiology Societies and other entities, under the umbrella of FEMS (European Federation of Microbiology Societies), as well as other intercontinental partnerships, namely with Latin American countries.

With the internationalisation of the IµM, following the pioneering initiative of Prof. Isabel Sá Correia and colleagues, FEMS has taken on a central role but SPM continues participating internationally, as well as promoting the IµM in Portugal, supporting and publicising the initiatives that take place throughout the country to mark this day, in several higher education institutions, research centres and institutions linked to the promotion and dissemination of science.

SPM Site & SPM Magazine

As part of the SPM's strategy of opening to a wide audience, promoting and publicising activities related to microorganisms and their uses, the Society provides a bilingual (Portuguese/English) open access website (www.spmicrobiologia.pt), with a growing number of followers worldwide. The site has been spreading information on scientific events and scientific news, as well as interviews with Portuguese microbiologists or microbiologists working in Portugal, in a podcast format.

This site hosts the SPM Magazine, with the aim of publicizing the SPM initiatives, which we are reinvigorating through the involvement of young microbiologist(s), with the responsibility of spreading research topics in microbiology, namely through social networks, as well as bridging the gap with the media - volunteers are very welcome!

SPM Bulletins

On the other hand, the SPM has been responding to emerging challenges involving microbiology and microbiologists, namely contributing to the rapid dissemination of the more recent scientific information, as was the case of the publications on SARS Cov-2, in the context of the public health emergency of the COVID-19 pandemic.

It is important to highlight that we will be aware to other emerging challenges involving microbiology that may benefit from the launching of rapid communication tools of this type, promoting the participation of the Society members and the general public by identifying topics and organising the respective Bulletins.

National Competition for Communication in Microbiology and Interaction with the School Communities

Since September 2019, following the creation of the IµM, the SPM has also decided to launch an open competition that combines written communication with images, in order to express a concept or application in microbiology. This initiative is another way of encouraging the communication around the subjects of microbiology, as well as making microorganisms, their applications and the implications of their activity, known to a wide audience, which are core objectives for the SPM.

In the scope of this successful initiative, applications may be individual or as a group, in both the "GENERAL" or "JUNIOR" categories, depending on the target audience (300-word summary and image). The applications are assessed by a jury made up of microbiologists and members of the community, including as communication experts, and the selected applications are awarded and published on the SPM website, also contributing to the publication of e-books.

In fact, in the context of the celebration of the IµM 2022, the SPM has launched another unprecedented initiative around the National Competition for Communicating Science in Microbiology, publishing the first e-book that brings together a selection of the best works submitted in the first three editions. The e-book is already available free of charge on a website created by SPM <https://cartoonmicrobiologia.com/>.

We also aspire to further develop our interaction activities with the younger segments of the population with regard to microorganisms and their impact on society, namely by launching innovative formats for activities with school students, from primary school onwards - once again, we would like to take this opportunity to emphasise that we are open to the collaboration of volunteers who would like to join.

Scientific Events

For the advancement of science and technology in the field of microbiology - a process in constant progress - it is essential to share the new discoveries, namely through scientific publications, but also to promote scientific meetings. Therefore, in addition to supporting the dissemination or participation of young Portuguese researchers in events organised by international organisations, including letters of support for funding requests to international organisations (such as FEMS), the SPM has been promoting the organisation of high-impact scientific events in Portugal.

Among these events, the MICROBIOTEC stands out for its impact. MICROBIOTEC is co-organised biannually between the SPM and the SPBT (Portuguese Society of Biotechnology) with a high level of participation, around 500 participants (in 2019 organised in Coimbra <https://microbiotec19.net/en/> ; and in 2021, during the COVID-19 pandemic, in online format, by Universidade Nova de Lisboa <https://microbiotec21.organideia.pt/>), promoting the presentation/discussion of high-quality scientific work in microbiology and biotechnology, and also representing an important contribution to fostering bridges between different scientific/technological areas.

This strategy of bridging with the SPM's sister scientific societies is now being further developed at the international level, namely through the organisation of a new type of meeting, MICROBIOLOGY 202(X), a biannual online symposium that takes place entirely by remote attendance (online), in alternating years with the Microbiotec. This symposium aims to provide an opportunity for young microbiologists to discuss microbiology in Portuguese language while improving their communication skills, as well as contributing to the creation of networking opportunities. As part of this strategy of liaising with similar scientific societies, the Brazilian Society of Microbiology co-organised the first edition in 2022, MICROBIOLOGIA2022 <https://microbiologia2022.wordpress.com/> , which involved young scientists from Portugal, Brazil, Cape Verde, Guinea-Bissau, Spain and Finland.

In this subject, it is also worth mentioning that the SPM is promoting the organisation of a new type of meeting, MICROSUMMITpt, also in the years alternating with Microbiotec, involving entities from the productive world with links to microbiology, such as start-ups, laboratories, bio-based industries, etc - with the aim of bringing together academia and the business sector, creating opportunities for

knowledge transfer, co-creation, or job promotion for microbiologists. Experts, with recognised activity in the academia-business interface, share their visions and experience, while entrepreneurs are challenged to present their innovative ideas. The first edition, MICROSUMMIT2022, took place at the Portuguese Catholic University in Porto, with two thematic symposia, one focussing on entrepreneurship and the other on university-company partnerships.

Interactions with international organisations

Lastly, as mentioned at the beginning of this summary, it is important to emphasise that advances in science and technology are not achieved alone, but within networks of research and dissemination.

At the international level, the SPM's recognition is expressed by the active participation in FEMS (Federation of European Microbiology Societies), IUMS (International Union of Microbiological Societies), ALAM (Latin American Association of Microbiology) and ESCMID (European Society for Clinical Microbiology and Infectious Diseases).

Of particular importance in this context is the interaction with FEMS, which has been consolidated in recent years, including through the support for the organisation of scientific meetings proposed by members, particularly in the context of FEMS' financial support opportunities, as well as joint activities within the framework of the IµM, with the aim of making this day (September 17) a celebration on all continents.

Final considerations

The SPM represents a vibrant community that brings together a group of members with a wide range of skills in the different areas of microbiology, with an international impact. One of the ways to put these skills at the service of our society, in addition to contributing to advances in knowledge through scientific and technological research and the sharing of these advances, is to contribute to advanced training activities and the promotion of scientific literacy, both for the general population and specific audiences, especially at national level and among Lusophone countries.

In this context, the SPM is open to new opportunities to promote or to collaborate with organisations that develop literacy activities on emerging topics of microbiology, as well as on cross-cutting topics of relevance to microbiologists. It is therefore a privilege to take part in this initiative of the Academy of Sciences of Lisbon.

Rino Rappuoli

President of the IUMS - International Union of Microbiological Societies
Scientific Director of the Biotechnopolo di Siena Foundation
Head of MAD Lab Toscana Life Sciences
Professor of Molecular Biology at the University of Siena



Rino Rappuoli is Scientific Director of the Biotechnopolo di Siena Foundation and head of MAD Lab Toscana Life Sciences, Italy. He is also Honorary Professor of Vaccinology at Imperial College, London, and Senior Professor of Molecular Biology at the University of Siena. Prior positions held: Head R&D and Chief Scientist at GSK Vaccines, head of Vaccine R&D at Novartis, CSO at Chiron Corporation, head R&D at Sclavo.

He earned his PhD in Biological Sciences at the University of Siena, Italy, and was visiting scientist at Rockefeller University and Harvard Medical School.

He is elected member of US National Academy of Sciences (NAS), the American Academy of Arts & Sciences (AAAS), the European Molecular Biology Organization (EMBO), the Royal Society of London, the Accademia Nazionale dei Lincei, and the American Institute for Medical and Biological Engineering (AIMBE). Awards received: Gold Medal by the Italian President, Albert B Sabin Gold Medal, Canada Gairdner International Award, European Inventor Award for Lifetime Achievement, Paul Ehrlich and Ludwig Darmstaedter Prize and the Robert Koch Award. He is President of the International Union of Microbiological Societies. He was nominated third most influential person worldwide in the field of vaccines (Terrapin). He has published 794 works in peer-reviewed journals and an H-index of 157.

He introduced novel scientific concepts: genetic detoxification; cellular microbiology; reverse vaccinology; pangenome. Developed licensed vaccines: acellular pertussis containing a non-toxic mutant of pertussis toxin; first conjugate vaccine against meningococcus C; MF59-adjuvanted seasonal and pandemic influenza. MF59 was the first vaccine adjuvant approved for human use after the aluminum salts; meningococcus B; respiratory syncytial virus, CRM 197 as carrier of most conjugate vaccines.

Founder of the GSK Vaccines Institute for Global Health (GVGH). Dr. Rappuoli is among the world scientific leaders dedicated to the sustainability of global health.

Save the Microbes to Save the Planet

Modern human activities, environmental changes, and the attempt to control infectious agents using broad spectrum antibiotics and disinfectants jeopardize the global microbial diversity.

This presentation is based on the open access position paper:

Rappuoli, R., Young, P., Ron, E. *et al.* Save the microbes to save the planet. A call to action of the International Union of the Microbiological Societies (IUMS). *One Health Outlook* 5, 5 (2023).

<https://doi.org/10.1186/s42522-023-00077-2>

This presentation is part of the International Union of the Microbiological Societies (IUMS) call to action to mobilize all microbiological societies globally to promote the development of sustainable solutions to control infectious agents while preserving the global microbial diversity and the healthy life of our planet.