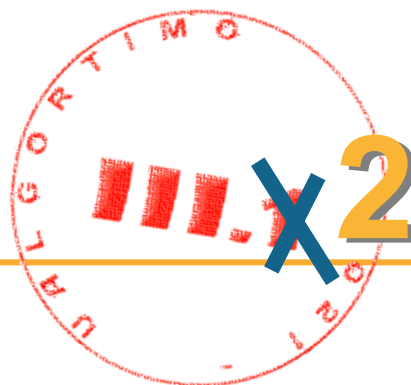


UALGORITMO

A Ciência trocada por miúdos



Volume 3, Número 2 – Novembro 2021



- 03** **Introdução editorial**

- 05** **Como é que a formação de novos neurónios é estimulada a seguir a uma lesão cerebral provocada por crises epiléticas?**
Rafaela Agostinho, Sónia Simão e Inês Maria Araújo

- 11** **Serão as nanopartículas removidas pelos processos mais comuns de tratamento de água?**
Vânia Serrão Sousa e Margarida Ribau Teixeira

- 16** **OBSERVE – Observatório da SustEntabilidade da Região do AlgarVE para o turismo**
Rui Lança, Miguel Oliveira, Elisa Silva e Fátima Farinha

- 22** **Será o mar a próxima grande fonte de biomateriais?**
Jorge Filipe Pontes, Noelia Flórez-Fernández, Carolina Afonso, Joana Cruz, Rahaf Alsayed e Ana Grenha

- 28** **Como células leucémicas manipulam células normais para seu próprio benefício - Oportunidades para novas terapias?**
Mónica Teotónio Fernandes, Ivette Pacheco-Leyva e Nuno Rodrigues dos Santos

- 33** **Ácido levulínico: um novo solvente verde para a dissolução da lignina**
Elodie Melro, Bruno Medronho, Artur Valente, Filipe Antunes e Anabela Romano

- 37** ***Fish lives matter*: identificação de biomarcadores de bem-estar no peixe de aquacultura**
Cláudia Raposo de Magalhães, Denise Schrama, Marco Cerqueira e Pedro M. Rodrigues

- 41** **Efeitos de um programa breve de *Mindfulness* sobre a depressão, ansiedade e stress em Universitários Finalistas**
Roberto Chiodelli, Luana Thereza Nesi de Mello, Saúl Neves de Jesus e Ilana Andretta

UALGORITMO

A Ciência trocada por miúdos



EDIÇÃO

EDITOR

José Bragança, Professor Associado da Universidade do Algarve

EDITORES ASSOCIADOS

Álvaro Tavares, Professor Auxiliar da Universidade do Algarve

Clévio Nóbrega, Professor Auxiliar da Universidade do Algarve

COMISSÃO EDITORIAL

Saúl Neves de Jesus, Vice-Reitor da Universidade do Algarve

Maria Alexandra Anica Teodósio, Vice-Reitora da Universidade do Algarve

Manuel Célio de Jesus da Conceição, Professor Associado da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve, e membro Centro de Investigação em Artes e Comunicação

Salomé D'horta, Coordenadora Técnica da Biblioteca da Universidade do Algarve

André Botelho, Coordenador do Gabinete de Comunicação e Protocolo da Universidade do Algarve

Cristina Veiga Pires, Diretora executiva do Centro Ciência Viva do Algarve

Laura Alves, Assessora de imprensa da Universidade do Algarve

Título: Ualgoritmo

Editor: José Bragança

Editores associados: Álvaro Tavares e Clévio Nóbrega

Comissão editorial: Saúl Neves de Jesus, Maria Alexandra Teodósio, Manuel Célio de Jesus da Conceição, Salomé D'horta, André Botelho, Cristina Veiga Pires e Laura Alves.

Ilustração e design editorial: Sarita Camacho - Gabinete de Comunicação e Protocolo da Universidade do Algarve

ISSN

Versão papel: 2184-6472

Versão online: 2184-6170

Depósito legal: 462212/19

Para citar esta publicação: nome do(s) autor(es) (2021). Título do artigo. *Ualgoritmo* 3, vol. 2: pp. intervalo de páginas.

Acessível online em: <https://ualgoritmo.wixsite.com/website>

<http://hdl.handle.net/10400.1/12772>

<https://www.ualg.pt/revista-ualgoritmo>

Universidade do Algarve,
Campus de Gambelas,
8005-139, Faro, Portugal

Introdução editorial

A investigação é uma das principais missões de qualquer Instituição de Ensino Superior (IES), em paralelo com a educação e com a extensão ou transferência de conhecimento. Assim, muita da atividade desenvolvida nas IES centra-se em torno da investigação. Mas a importância, rigor e qualidade desta requerem o seu reconhecimento pelos pares, especialistas da mesma área científica, através da publicação de artigos científicos em revistas de prestígio internacional.

Na Universidade do Algarve é realizada investigação em múltiplas áreas científicas, a qual é publicada nessas revistas especializadas e é integrada nos conteúdos programáticos lecionados aos estudantes dos diversos cursos da UAlg. No entanto, muitas vezes a linguagem usada nesses artigos não é compreensível por parte da população, nomeadamente pelos jovens do Ensino Secundário que serão os futuros estudantes do Ensino Superior. De forma tornar compreensível e acessível o conhecimento produzido pelos docentes e investigadores da UAlg, surgiu a ideia da Revista UALGORITMO, uma proposta apresentada pelo José Bragança em 2018 e que desde logo acolhemos com grande entusiasmo. Esta revista está alinhada com outras iniciativas internacionais de comunicação de ciência para a sociedade, nomeadamente “Frontiers for Young Minds”, em que os artigos publicados são escritos por cientistas, mas revistos por crianças e jovens, de forma a tornar mais compreensíveis ao cidadão comum as temáticas investigadas. No caso da nossa Revista UALGORITMO os artigos publicados são escritos por docentes e investigadores da UAlg a partir de publicações já validadas pela comunidade científica especializada, mas em que o conteúdo é reescrito em português, de forma sintética e focando-se nas implicações práticas das investigações realizadas. De forma a que o seu conteúdo seja compreensível pelos estudantes do Ensino Secundário são estes os revisores dos artigos, devendo os autores integrar as sugestões destes jovens revisores na versão final dos artigos publicados na UALGORITMO. Aliás, o subtítulo “A Ciência trocada por miúdos” ilustra esta ideia de serem estudantes do Ensino Secundário a contribuir para que a linguagem científica dos artigos seja mais acessível.

Esta revista pretende fortalecer conceito de “Ciência Aberta” na nossa Instituição, que conta com outras iniciativas, nomeadamente as “Palestras do Doutoramento em Psicologia”, realizadas na Biblioteca Municipal de Faro, desde 2014, as “Palestras de Doutoramentos da UAlg e Cultura Científica: Visão Prática”, em 2018-19, e o “1º Encontro dos Doutorandos da UAlg”, recentemente realizado em Loulé (outubro de 2021), no âmbito do Colégio Doutoral da UAlg. Nestas iniciativas, os doutorandos apresentam, com uma linguagem acessível e atrativa para a comunidade, as principais implicações práticas da investigação realizada no âmbito do seu doutoramento, desenvolvendo competências de comunicação de ciência e promovendo a aproximação entre a academia, as empresas e a sociedade civil.

Esta revista também se enquadra no processo que temos procurado desenvolver na UAlg nos últimos anos no que diz respeito a uma maior aproximação às escolas da região, nomeadamente do Ensino Secundário. Nesse sentido, para além de várias iniciativas realizadas na dinâmica “Escolas vêm à UAlg” e “UAlg vai às Escolas”, através da “Equipa UAlg”, dos “Dias Abertos da UAlg”, dos “Cursos de Verão” e do “Prémio Ciência a Sul”, em 2018 foi criado o Conselho Consultivo da Oferta Formativa da UAlg, no qual estão representados todos os Agrupamentos de Escolas da região do Algarve. Aliás, foi no âmbito das reuniões do Consultivo da Oferta Formativa da UAlg que ocorreu o lançamento dos três números anteriores da UALGORITMO.

Neste número 3.2 voltam a ser publicados artigos de várias áreas científicas, mostrando a diversidade e utilidade do conhecimento produzido na UAlg.

Um agradecimento aos autores destes artigos que têm aderido de forma entusiástica a este projeto, levando a que em 2021 sejam publicados dois números da UALGORITMO.

Um agradecimento também aos estudantes do Ensino Secundário, e seus professores, que têm participado na revisão dos artigos publicados, permitindo que a UALGORITMO cumpra o objetivo de publicar artigos com uma linguagem compreensível para este nível de ensino.

Aos restantes colaboradores, membros da Comissão Editorial e Editores Associados, também o nosso agradecimento. Ao Editor José Bragança um agradecimento especial, pela ideia inicial e sobretudo pela persistência e capacidade de mobilizar todos aqueles que têm colaborado nos vários números da UALGORITMO.

Esperamos que o dinamismo criado em torno deste projeto permita a publicação de muitos mais números desta Revista!

Alexandra Teodósio e Saúl Neves de Jesus
(Vice-reitores da UAlg; Membros da Comissão Editorial)



ESTUDAR ONDE É BOM VIVER

Universidade do Algarve

Se ingressares na UAlg poderás beneficiar de iniciativas que podem contribuir para a aquisição de competências transversais e para o teu desenvolvimento pessoal e social.

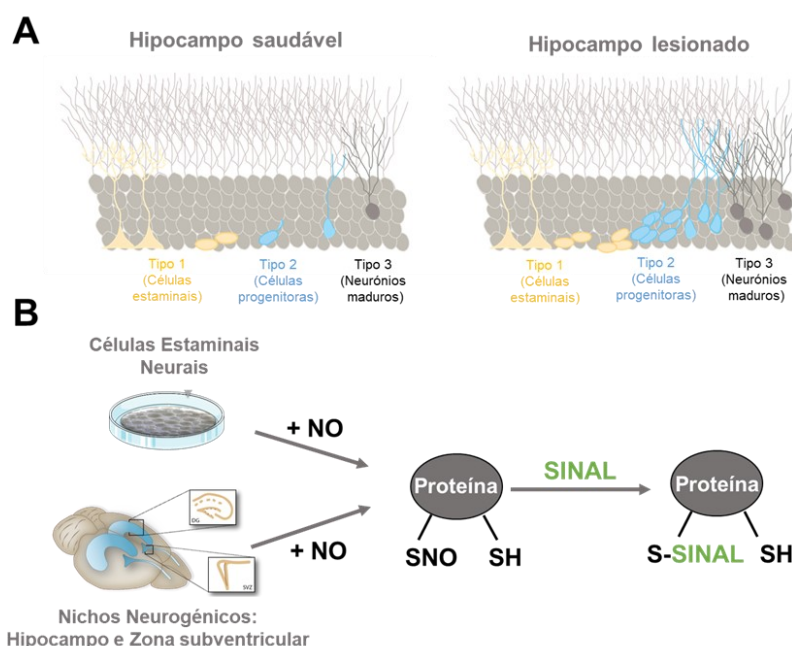
Participação
no
**Programa
Mentoria por
Pares**

Participação
no
**Curso de
Interculturalidade
e Mindfulness**

Participação
no
**Curso online
de Competências
para a Vida**



Como é que a formação de novos neurónios é estimulada a seguir a uma lesão cerebral provocada por crises epiléticas?



Autores

Rafaela Agostinho, Sónia Simão, Inês Maria Araújo

Afiliações

Faculdade de Medicina e Ciências Biomédicas, Universidade do Algarve
Algarve Biomedical Center Research Institute (ABC-RI)

Revisão

Escola: Escola Secundária de Loulé

Alunos: Turmas 12º A, 12º B, 12ºG e 12º H.

SUMÁRIO — O óxido nítrico (NO) é um importante regulador da neurogénese. Sabe-se que aumenta a proliferação de células estaminais neurais e é essencial para a neurogénese, após lesões cerebrais provocadas por acidentes vasculares cerebrais ou epilepsia. Um dos mecanismos subjacentes à forma como o NO comunica com as células (sinalização celular) é a S-nitrosilação de proteínas. Esta modificação pós-traducional consiste na formação de um grupo nitrosothiol em resíduos de cisteína e pode regular vários processos fisiológicos, tais como a plasticidade neuronal e a neurogénese. Neste estudo, o objetivo foi identificar proteínas alvo de S-nitrosilação que podem participar na neurogénese após uma lesão. Em células estaminais neurais, identificámos um grupo de proteínas modificadas que foram confirmadas e validadas num modelo animal com lesão no hipocampo. Mostrámos também que, as proteínas alvo de S-nitrosilação identificadas têm um papel importante em vias de sinalização celular e podem contribuir para aumentar a proliferação de células estaminais neurais e promover a neurogénese na sequência de danos cerebrais. **ABSTRACT** — Nitric oxide (NO) is an important regulator of neurogenesis. It is known that NO increases the proliferation of neural stem cells and is essential for neurogenesis following lesions caused by stroke or epilepsy. One of the mechanisms underlying the way NO communicates with cells (cell signaling) is through protein S-nitrosylation. This post-translational modification consists in the formation of a nitrosothiol group in cysteine residues and can regulate many physiological processes, including neuronal plasticity and neurogenesis. In this study, we aim to identify S-nitrosylation targets of NO that could participate in neurogenesis. In neural stem cells, we identified a group of proteins modified by NO that were confirmed and validated in an animal model of hippocampal injury. Also, we show that the identified S-nitrosylated proteins have an important role in cell signaling pathways and can contribute to enhance neural stem cells proliferation and to promote neurogenesis after injury.

Glossário

Radical Livre

são átomos ou moléculas que contêm eletrões desemparelhados, tornando-os instáveis e muito reativos

Modificações pós-traducionais

modificações que ocorrem numa proteína depois da sua síntese, a partir da leitura do RNA mensageiro (processo de tradução) pelos ribossomas

Nitrosotiol

grupo funcional que contém um grupo nitroso ligado ao átomo de enxofre

Enzimas

são proteínas que têm como função controlar a velocidade e regular as reações que ocorrem no organismo

Plasticidade sináptica

capacidade de adaptação das sinapses (estruturas que permitem a comunicação entre neurónios) a novas informações e estímulos

Neurogénese

mecanismo pelo qual são formados novos neurónios no cérebro. A neurogénese é um processo crucial não só durante o desenvolvimento de um embrião bem como ao longo de toda a vida

Células estaminais neurais

células com a capacidade de autorrenovação e de se diferenciar em vários tipos de células neurais especializadas

Nichos neurogénicos

zonas do cérebro onde se encontram populações mais abundantes de células estaminais neurais

Hipocampo

estrutura do sistema límbico responsável pela memória e aprendizagem, onde ocorre formação de novos neurónios

Proliferação

aumento do número de células por divisão

Neurodegeneração

perda progressiva da estrutura e funcionamento dos neurónios, culminando com a sua morte

O óxido nítrico (NO) é um **radical livre** gasoso que atua como mensageiro celular tendo, por isso, um papel crucial na comunicação entre células e, em particular no sistema nervoso. A forma como atua nas células depende da sua concentração, do tempo de exposição e dos alvos disponíveis que encontra. Uma forma de atuar na sinalização celular é através de **modificações pós-traducionais** nas proteínas. Exemplo desse processo é a S-nitrosilação, uma modificação pós-traducional que consiste na formação de um grupo **nitrosotiol** (R-SNO) no aminoácido cisteína (R-SH). A S-nitrosilação é altamente seletiva e específica para certas proteínas e resíduos de aminoácidos. No entanto, é uma ligação instável e reversível (\leftrightarrow), devido principalmente à presença de **enzimas** que revertem a ligação.



Recentemente, a S-nitrosilação de algumas proteínas tem sido descrita e associada a processos que ocorrem no cérebro, como a **plasticidade sináptica**, a **neurogénese** e até mesmo a algumas doenças neurodegenerativas. A neurogénese é um importante processo celular responsável pela produção de novos neurónios, a partir de **células estaminais neurais**. Estas células podem ser encontradas em zonas específicas do nosso cérebro, os **nichos neurogénicos**: na zona subventricular (SVZ), que compreende a parede interna dos ventrículos laterais, e na zona subgranular (SGZ) do giro dentado do **hipocampo**. Estas células estaminais podem ser estimuladas a proliferar, quando há uma lesão cerebral, migrando para as regiões afetadas, onde irão formar novos neurónios. Apesar de pouco eficiente, pensa-se que este mecanismo pode ajudar na recuperação destas lesões, tendo nos últimos anos sido sujeito a uma investigação rigorosa, de modo a compreender como se pode aumentar a neurogénese nestes casos. A relação entre o NO e a neurogénese tem sido alvo de estudo ao longo dos últimos anos, uma vez que esta molécula é um regulador da neurogénese e promove a **proliferação** de células estaminais neurais. Com base em informações de estudos anteriores constatou-se que o NO promove o aumento da neurogénese, após uma lesão cerebral, como por exemplo na sequência de crises epiléticas ou acidentes vasculares cerebrais (AVC). Vários estudos realizados no nosso grupo demonstraram que o NO pode atuar por S-nitrosilação, ativando a via envolvida na estimulação da proliferação de células estaminais neurais (via ERK1/2/MAPK, **Fig. 1**), a primeira etapa da neurogénese. No entanto, não eram conhecidas quais as proteínas com que o NO interage para desencadear a proliferação de células estaminais neurais neste contexto de **neurodegeneração**. Assim, o nosso grupo tem-se dedicado a identificar quais as proteínas com que o NO interage por S-nitrosilação nas células estaminais neurais,

de forma a melhor compreender o processo da neurogénese após lesão.

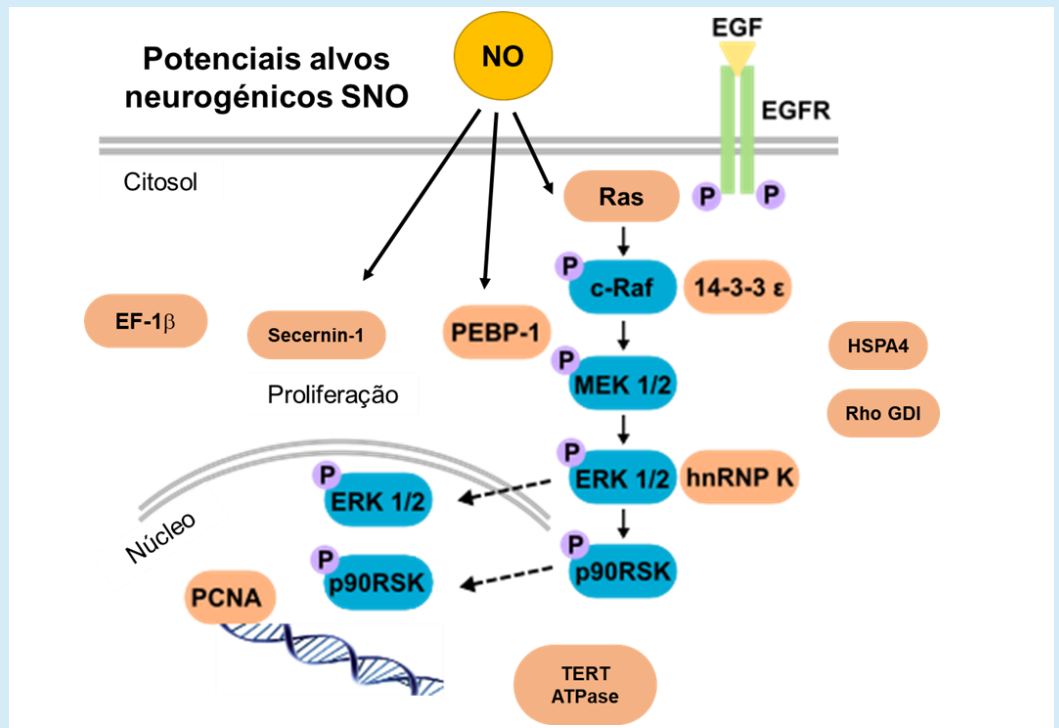


Figura 1. Proteínas alvo de S-nitrosilação. Representação esquemática da localização das proteínas alvo de S-nitrosilação (elementos a laranja), as quais estão associadas à via de sinalização ERK1/2/MAPK (elementos a azul), envolvida na neurogénese e na proliferação celular.

Identificação de proteínas alvo de S-nitrosilação, em células estaminais neurais

Para identificar as proteínas alvo de S-nitrosilação nas células estaminais neurais, foi utilizada uma **cultura de células**, sendo estas provenientes do nicho neurogénico da SVZ. Estas células foram tratadas com um composto (nitrosocisteína) que promove a formação de nitrosotiol e seguidamente foi feita uma análise do perfil proteico destas células. Uma vez que as células são compostas por um número elevado de proteínas, recorreu-se a uma técnica de separação de proteínas, a eletroforese bidimensional em gel (2-DE). Esta técnica permite separar as proteínas em função do seu tamanho e da sua carga, e depois identificar sinais diferenciados, através de fluorescência, nas amostras que correspondem a proteínas ou grupos de proteínas que estão modificadas por S-nitrosilação (**Fig. 2**). De seguida, para determinar a identidade destas proteínas, isolaram-se os pontos do gel onde se detetaram sinais que correspondem à modificação por S-nitrosilação e as amostras foram analisadas pela técnica **LC-MS/MS** para serem identificadas.

Após a identificação, foi feita a análise das funções de cada proteína, incluindo o seu papel nas vias de sinalização envolvidas

Cultura de células
processo pelo qual as células são cultivadas em laboratório sob condições controladas, de forma aproximada ao seu ambiente natural

LC-MS/MS
método usado para detetar e identificar proteínas e modificações pós-traducionais

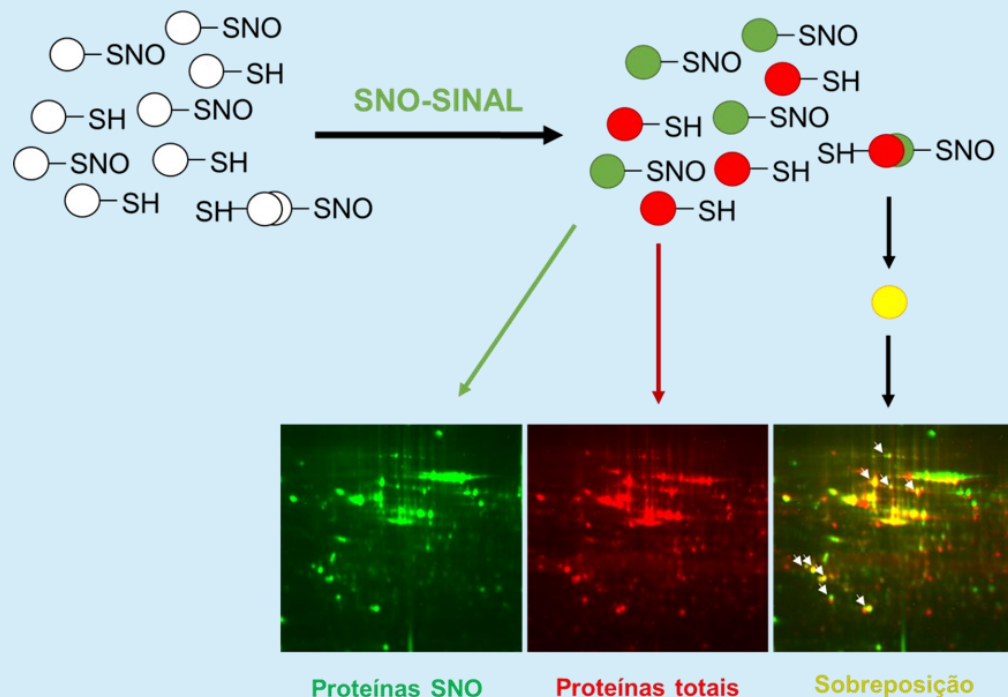


Figura 2. Identificação de proteínas alvo de S-nitrosilação. Identificação dos diferentes sinais de fluorescência para as proteínas nitrosiladas e para as proteínas totais, num gel bidimensional. A verde estão representadas as proteínas alvo de S-nitrosilação; a vermelho encontram-se marcadas todas as proteínas presentes na amostra; no painel de sobreposição, as proteínas nitrosiladas aparecem marcadas a amarelo, que resulta da sobreposição do sinal verde e do sinal vermelho.

Fármacos

substâncias, na sua maioria químicas, capazes de modificar os processos fisiológicos dos seres vivos, exercendo uma ação farmacológica

Efeitos adversos

efeitos secundários, não desejáveis, provocados por um fármaco

Interações eletrostáticas

interações entre grupos de carga oposta (positivo e negativo) presentes na estrutura dos polímeros

Agentes de contraste

substâncias que se utilizam para obter imagens do interior do corpo humano em exames médicos

na neurogênese e na proliferação celular.

Validação das proteínas alvo de S-nitrosilação após lesão cerebral no hipocampo

Estabeleceu-se um modelo animal (o murganho, *Mus musculus*) de epilepsia e analisaram-se secções de cérebro na zona do hipocampo (SGZ). Sabe-se que a SGZ é um dos nichos neurogênicos onde se encontram as células estaminais neurais e que é importante para funções como a aprendizagem e a memória. Conhece-se também que esta estrutura é severamente afetada em situações de epilepsia, e a neurogênese é estimulada nestas circunstâncias. No modelo animal com epilepsia, e com sinais de neurogênese aumentada no hipocampo na sequência das lesões provocadas pelas crises epiléticas, foi possível verificar a presença de algumas proteínas S-nitrosiladas já anteriormente identificadas, tais como a 14-3-3ε, EF-1β, PCNA, PEBP-1, HSPA4, TER ATPase, hnRNP K, hnRNP H (**Fig. 1**).

Estes resultados sugerem que, após uma lesão cerebral, as células estaminais neurais podem ser alvo de modificações como a S-nitrosilação e, conseqüentemente, resultar num aumento da neurogênese.

Modelo in vivo
modelo experimental
usado quando o estudo é
realizado num organismo
vivo

Conclusões

Em suma, este estudo permitiu identificar um conjunto de proteínas alvo de S-nitrosilação, algumas delas pela primeira vez, em células estaminais neurais cultivadas e num **modelo in vivo** de lesão neuronal.

Futuramente, será de extrema importância analisar mais detalhadamente o envolvimento destas proteínas na neurogénese, pois estes alvos proteicos constituem possíveis candidatos à regulação da mesma após uma lesão cerebral, com a participação do óxido nítrico. Assim, pretende-se clarificar o mecanismo pelo qual o NO atua a nível cerebral em contexto de lesão, o que, certamente, irá contribuir para uma melhor compreensão do fenómeno da neurogénese. Deste modo, poderão ser definidas terapias mais eficazes para este tipo de lesão cerebral.

Artigo original

Santos AI, Lourenço AS, **Simão S**, Marques da Silva D, Santos DF, Onofre de Carvalho AP, Pereira AC, Izquierdo-Álvarez A, Ramos E, Morato E, Marina A, Martínez-Ruiz A e **Araújo IM**. *Identification of new targets of S-nitrosylation in neural stem cells by thiol redox proteomics*. *Redox Biology* (2020) **32**, 101457.

<https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101457>

Biografia dos Autores

Rafaela Agostinho é licenciada em Ciências Biomédicas e mestre em Oncobiologia – Mecanismos Moleculares do Cancro, pela Universidade do Algarve. Atualmente, é investigadora no laboratório de Neurogénese no Algarve Biomedical Center Research Institute (ABC-RI) e ambiciona identificar novos fatores relevantes para o desenvolvimento neuronal.

Sónia Simão é licenciada em Bioquímica pela Universidade do Algarve e é doutorada em Biomedicina pela Universidade do Porto. Atualmente é investigadora no laboratório de Neurogénese no ABC-RI e professora auxiliar convidada da Faculdade de Medicina e Ciências Biomédicas da Universidade do Algarve. O seu principal interesse científico centra-se em elucidar as modificações pós-traducionais desencadeadas por moléculas de transmissão gasosa (gasotransmissores) durante a formação de novos neurónios.

Inês Araújo é bióloga e doutorada em Biologia Celular pela Universidade de Coimbra. É professora auxiliar na Faculdade de Medicina e Ciências Biomédicas da Universidade do Algarve, líder do laboratório de Neurogénese e vice-diretora do ABC-RI. O seu principal interesse científico é perceber como é que as células estaminais no sistema nervoso são recrutadas para reparar lesões cerebrais.

Outras informações

Para mais informações sobre as atividades do grupo de investigação do laboratório de neurogénese:

Algarve Biomedical Center Research Institute (ABC-RI): <https://abcmedicalg.pt/pt/abc-ri>

Faculdade de Medicina e Ciências Biomédicas, Universidade do Algarve: <https://fmcb.ualg.pt/pt>

Para mais informações sobre a oferta formativa da Faculdade de Medicina e Ciências Biomédicas, Universidade do Algarve: <https://dcbm.ualg.pt/cursos>

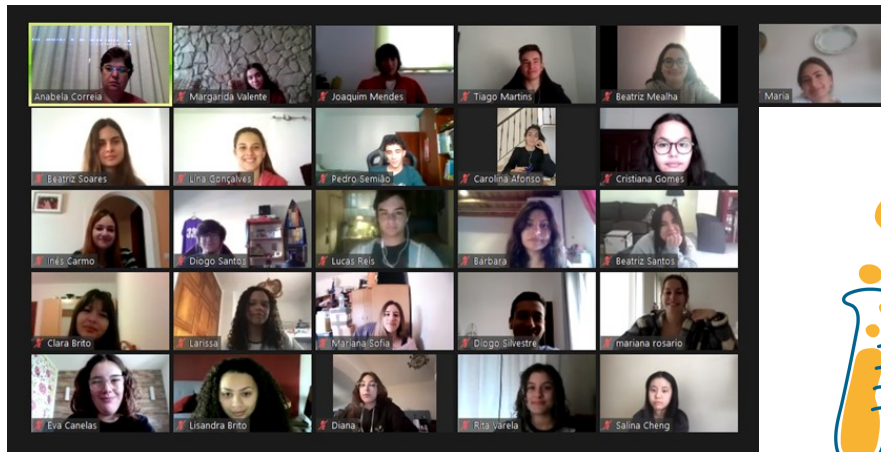
Os nossos revisores

Os nossos revisores vêm da **Escola Secundária de Loulé, e fazem parte das São turmas 12º ano turmas A, B, G e H** (cursos Científicos Humanísticos – Ciências e Tecnologias). A **turma 12º A** é constituída por 26 alunos (raparigas 19 e 7 rapazes) de múltiplas nacionalidades: portuguesa, gabanesa, brasileira e chinesa. Nos tempos livres, os alunos ouvem música, encontram-se com os amigos, consultam e utilizam a internet, leem, passeiam, veem televisão, jogam no computador, praticam desportos ou vão ao cinema. A **turma 12º B** é constituída por 25 alunos portugueses (raparigas 17 e 8 rapazes). Nos tempos livres, os alunos ouvem música, encontram-se com os amigos, consultam e utilizam a internet, leem, passeiam, veem televisão, jogam no computador, praticam desportos ou vão ao cinema. A **turma 12º G** é constituída por 28 alunos (raparigas 20 e 8 rapazes). Na turma, há alunos de várias nacionalidades: portuguesa, brasileira, moldava e ucraniana. Nos tempos livres, os alunos ouvem música, encontram-se com os amigos, consultam e utilizam a

... mais ainda sobre os nossos revisores

internet, leem, passeiam, veem televisão, jogam no computador, praticam desportos ou vão ao cinema. A **turma 12º H** é constituída por 27 alunos (raparigas 21 e 6 rapazes). Nesta turma estão também representadas várias nacionalidades: portuguesa, brasileira, romena e suíça. Nos tempos livres, os alunos ouvem música, encontram-se com os amigos, consultam e utilizam a internet, leem, passeiam, veem televisão, jogam no computador, praticam desportos ou vão ao cinema. A revisão foi coordenada pela **Professora Anabela Correia** (responsável pela disciplina de Português).

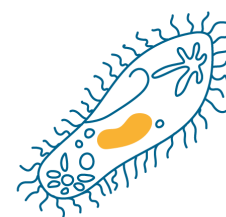
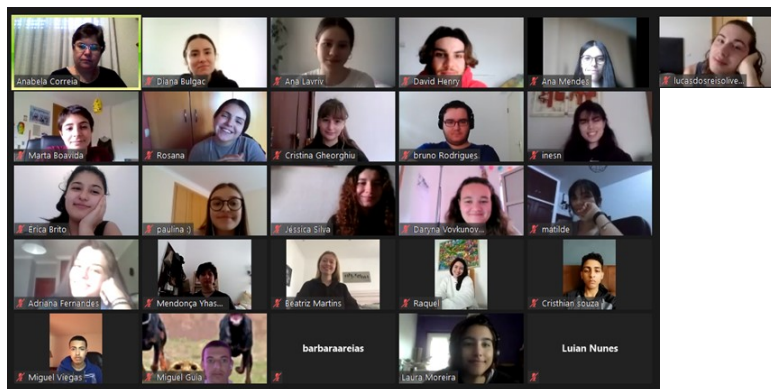
Turma 12ºA



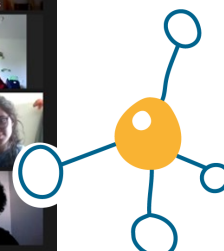
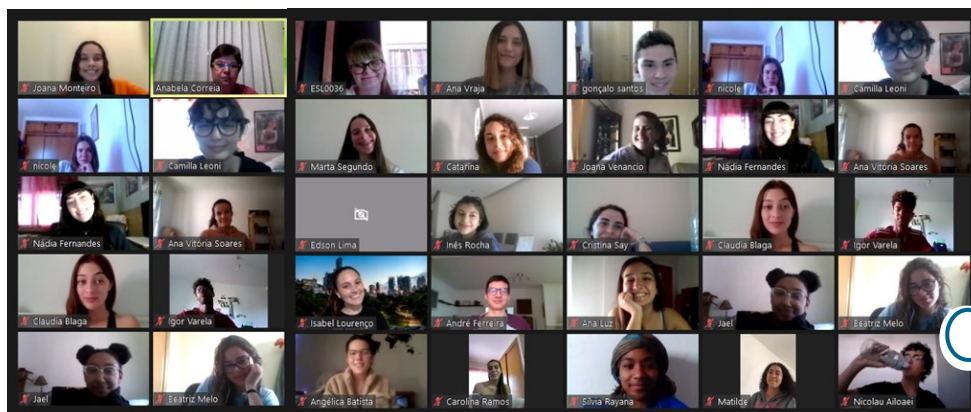
Turma 12ºB



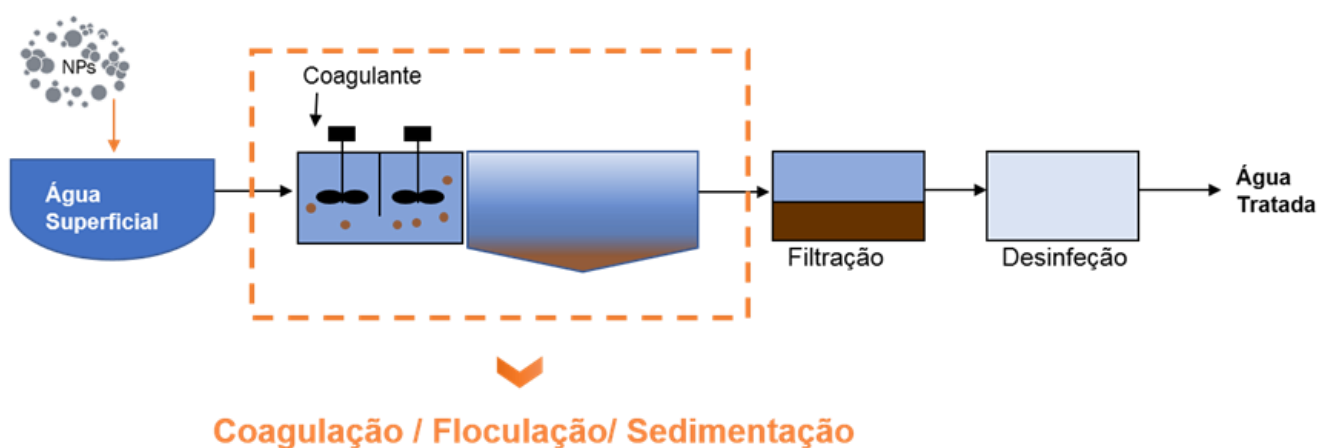
Turma 12ºC



Turma 12ºD



Serão as nanopartículas removidas pelos processos mais comuns de tratamento de água?



Autores

Vânia Serrão Sousa, Margarida Ribau Teixeira

Afiliações

CENSE, e Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Revisão

Escola: Escola Secundária Doutor Jorge Augusto Correia, Tavira

Alunos: Alice Ferreira, Ana Margarida Hilário, Bruna Guerreiro, Filipa Santana, Ivo Pereira, Mariana Cruz, Marta Mestre, Ricardo Guilherme, Rita Agrela, Sara Nunes e Tiago Silva

SUMÁRIO — As nanopartículas manufaturadas, devido às suas propriedades ímpares, são aplicadas em diversas áreas e processos, assim como num vasto número de bens de consumo. Atualmente as nanopartículas estão presentes nas águas naturais e residuais, podendo representar um perigo para a saúde humana, devido à sua potencial toxicidade, especialmente se ocorrerem em águas superficiais utilizadas para consumo humano. Este trabalho foi desenvolvido para investigar a capacidade dos processos convencionais de tratamento de água para consumo humano (coagulação, floculação, sedimentação) para remover diferentes nanopartículas metálicas (TiO_2 , Ag, CuO) de águas superficiais. Os resultados demonstraram que estes processos são eficazes na remoção das nanopartículas estudadas, com eficiências de remoção acima de 93% não prejudicando a qualidade da água tratada quanto à turvação e matéria orgânica natural. **ABSTRACT** — *Engineered nanoparticles are present in natural water systems and wastewaters, due to their wide use in industrial products and consumer goods, and represent a hazard to human health, especially if occur in surface waters used for human consumption. This work evaluates the removal of different co-existing metal-based nanoparticles (TiO_2 , Ag, CuO) from natural surface waters. The most used water treatment processes, coagulation, flocculation, sedimentation (C/F/S), was studied. Results showed that C/F/S is effective in the removal of the co-existing nanoparticles from the studied natural waters with efficiencies above 93%. Results also demonstrated that nanoparticles mixture did not hampered the treated water quality for turbidity and natural organic matter.*

Glossário

Nanopartículas

estruturas com pelo menos uma dimensão entre 1 e 100 nm. A redução de tamanho faz com que as propriedades físicas e químicas das nanopartículas se diferenciem das propriedades do mesmo material em estado bruto

ng/L
nanogramas por litro (1×10^{-9} g/L)

µg/L
microgramas por litro (1×10^{-6} g/L)

Nanopartículas, uma ameaça à qualidade da água?

A capacidade de manipular estruturas à escala nanométrica (Fig. 1), veio revolucionar diversas áreas industriais (e.g., medicina, farmacêutica, cosmética, têxtil, agricultura, energia, eletrônica, ambiente), possibilitando a criação de produtos adaptáveis, mais eficientes e de baixo custo. Contudo, a aplicação generalizada destes nano-materiais manufaturados (nanopartículas) leva à sua introdução no ambiente, pois muitos destes materiais acabam no lixo ou no solo, são descarregados nas águas residuais, e escoam ou são despejados em ambientes aquáticos, originando graves problemas de contaminação das águas subterrâneas e superficiais. As características das nanopartículas proporcionam uma maior reatividade, podendo ampliar o potencial efeito tóxico e tornando-as responsáveis por efeitos nocivos nos ecossistemas e organismos vivos. Atualmente, já foram detetadas nanopartículas em fontes de água potável e até mesmo na água da torneira em concentrações de ng/L e µg/L, tornando-as um risco potencial para humanos¹. A ingestão de nanopartículas através da água pode representar um perigo direto para a saúde humana ou um risco indireto devido à libertação de iões metálicos das nanopartículas². Assim, a presença de nanopartículas em águas superficiais levanta as questões: Será que as atuais estações de tratamento de água para consumo humano estão preparadas para resolver este problema? Será que os processos convencionais de tratamento de água existentes nessas estações conseguem remover misturas de nanopartículas presentes na água sem afetar outros parâmetros de qualidade da água?

A DIMENSÃO DO MUNDO: Do Nano ao Macro!

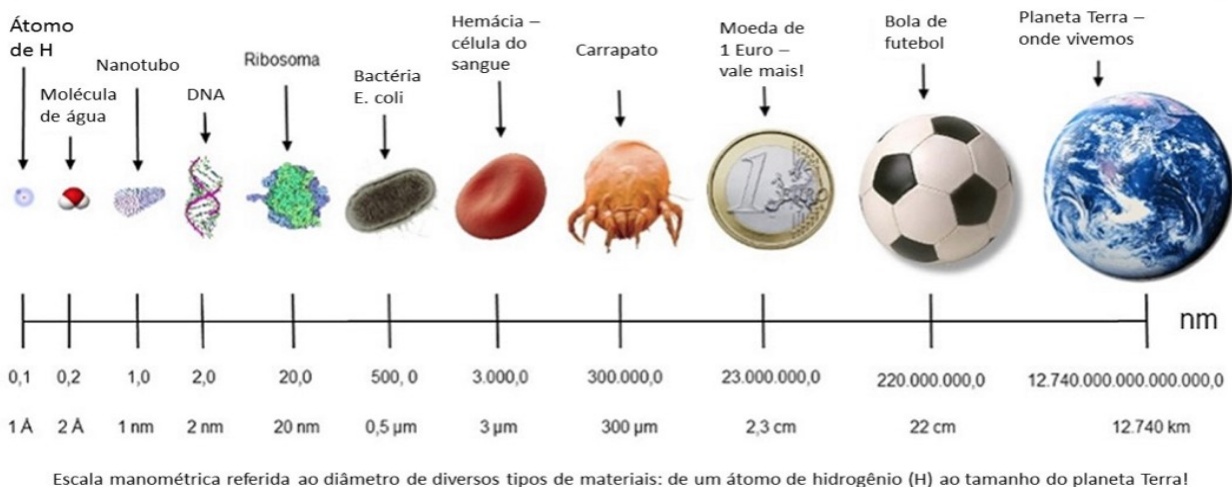


Figura 1. Escala nanométrica: escala igual ou inferior a um bilionésimo de metro ($1,0 \times 10^{-9}$). Fonte: Nanomateriais, N. (2016). NANOTECNOLOGIA À BASE DE MICRO-ORGANISMOS! Fungo Que Produz Nanomateriais. Retrieved 6 May 2021, from <https://www.nanocell.org.br/nanotecnologia-a-base-de-micro-organismos-fungo-que-produz-nanomateriais/>

Tratamento convencional da água, barreira segura na remoção de nanopartículas?

Coagulação, floculação e sedimentação convencional (C/F/S)

processos convencionais de tratamento de água dedicados à remoção de pequenas partículas, sólidos em suspensão, matéria orgânica natural (NOM), microrganismos e patógenos, e alguns compostos inorgânicos

Testes Jar (Jar-tests)

ensaio experimental utilizado para simular o processo de coagulação/floculação para determinar a quantidade ideal de coagulante/floculante necessária para tratar determinada água. Utilizam-se copos com a mesma água a tratar e em cada um é adicionada uma concentração diferente de coagulante/floculante. Procede-se a uma agitação rápida e curta (coagulação), seguida de agitação lenta e mais demorada (floculação), e de um período sem agitação (sedimentação). É recolhida uma amostra final de cada copo e, depois de analisada a qualidade da água, determina-se qual a dose ideal de coagulante/floculante e a eficiência dos processos de tratamento

Ag
prata

TiO₂
dióxido de titânio

CuO
óxido de cobre (II)

A **coagulação, floculação, sedimentação (C/F/S)** são processos convencionais de tratamento de água para consumo humano mundialmente utilizados e que foram estudados, neste trabalho, utilizando **Jar-tests** (Fig. 2). Estes testes simulam, à escala laboratorial, os processos C/F/S. Foram estudadas as condições de operação típicas do tratamento de água, em contexto real, usando águas naturais provenientes de barragens atualmente utilizadas no abastecimento público (Alentejo e Algarve), e nanopartículas comerciais metálicas (Ag, TiO₂, CuO), escolhidas com base na sua elevada produção e aplicação em produtos do quotidiano (TiO₂, Ag)³ e também aplicação como solução para tratamento de águas (CuO)⁴.

Os resultados experimentais demonstraram que a C/F/S tem capacidade para remover misturas destas nanopartículas utilizando um coagulante de base alumínio (normalmente utilizado



Figura 2. Equipamento para realização dos Jar-tests.

no tratamento de água), com eficiências elevadas tanto na remoção das nanopartículas individualmente (ca. 95% remoção), como quando existem em mistura (93% a 99% remoção).

Os resultados indicaram também que as características das águas são importantes na remoção de nanopartículas, com as concentrações finais destes compostos ligeiramente superiores na água de menor turvação e matéria orgânica natural (MON) (Algarve) em comparação com a de maior turvação e MON (Alentejo). A C/F/S foi ainda capaz de remover os compostos para a

qual foi planeada (turvação, MON) para além das nanopartículas, mantendo a qualidade da água final esperada.

Conclusões

Este trabalho demonstra que o tratamento convencional coagulação/floculação/sedimentação existente atualmente na maioria das estações de tratamento de água consegue remover nanopartículas de Ag, TiO₂, CuO e pode ser usado, sem prejuízo da qualidade de água final. Com a otimização destes processos de tratamento, as estações de tratamento de água podem ser vistas como barreiras efetivas às nanopartículas metálicas estudadas, sem necessidade de requalificação das mesmas, minimizando assim impactes ambientais e económicos.

Referências Bibliográficas

1. Peters RJB, van Bommel G, Milani NBL, den Hertog GCT, Undas AK, van der Lee M, Bouwmeester H (2018). *Sci. Total Environ.*, 621, 210-218.
2. Abbott Chalew TE, Ajmani GS, Huang H, Schwab KJ(2013). *Environ. Health Perspect.*, 121, 1161-1166.
3. Sousa VS, Ribau Teixeira M(2020). *Sci. Total Environ.*, 707, 136077.
4. Kianfar AH, Arayesh MA (2020). *J. Environ. Chem. Eng.*, 8, 103640.

Artigo original

Serrão Sousa V, e Ribau Teixeira M. *Removal of a mixture of metal nanoparticles from natural surface waters using traditional coagulation process.* **Journal of Water Process Engineering** (2020) 36, 101285.

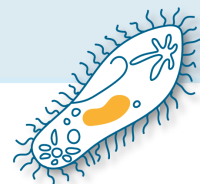
<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101285>

Biografia dos Autores

Vânia Serrão Sousa é Engenheira do Ambiente, doutorada em Ciências do Mar, da Terra e do Ambiente pela Universidade do Algarve. Com mais de dez anos de experiência em investigação científica, a sua principal área de investigação é o desenvolvimento e otimização de processos de tratamento de água com foco na remoção de contaminantes emergentes. Dentro desta área de investigação tem também explorado alternativas “verdes” mais sustentáveis, para serem integradas nos sistemas de tratamento de água, promovendo benefícios ambientais, económicos e sociais. Tem também desenvolvido investigação na área da ecotoxicologia e no desenvolvimento de sistemas de indicadores e índices ambientais. Desde 2008 tem participado em diversos projetos de investigação tanto a nível nacional como internacional, tendo publicado mais de 20 artigos científicos em revistas internacionais.

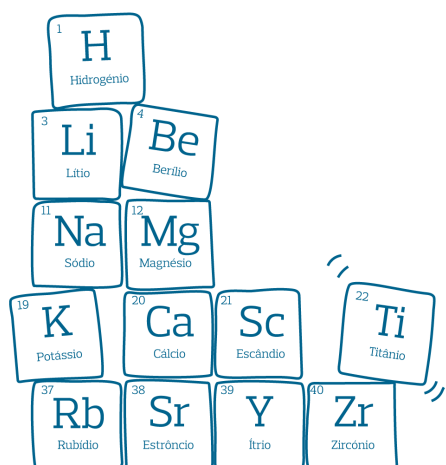
Margarida Ribau Teixeira é doutorada em Ciências e Tecnologia do Ambiente (2006) pela Universidade do Algarve e Professora Associada da FCT, Universidade do Algarve (<https://fct.ualg.pt/pt/content/ficha-docente-margarida-ribau-0>). É investigadora sénior do **CENSE, Center for Environmental and Sustainability Research** (<https://www.cense.fct.unl.pt/>) e coordenadora da área temática de Sustainable Water Sanitation, Wastes and Resources Recovery do CENSE. Tem trabalhado em tecnologias de tratamento de água e águas residuais, nexus água-energia e no desenvolvimento de produtos novos, naturais, de alto valor e baixo custo para o tratamento de água. Recentemente tem também desenvolvido trabalho em tecnologias verdes para reutilização de água residual, menos dependentes de energia e que sequestram CO₂. Participou em cerca de 20 projetos de investigação, é coautora de 1 patente nacional e 1 internacional, publicou mais de 50 artigos em revistas internacionais e capítulos de livros com mais de 1195 citações com um índice h cumulativo de 20 (Scopus).

Leciona nas áreas do tratamento de águas e engenharia do ambiente na Universidade do Algarve (<https://www.ualg.pt/pt/curso/1743>, <https://www.ualg.pt/pt/curso/1430>, <https://www.ualg.pt/pt/curso/1910>).

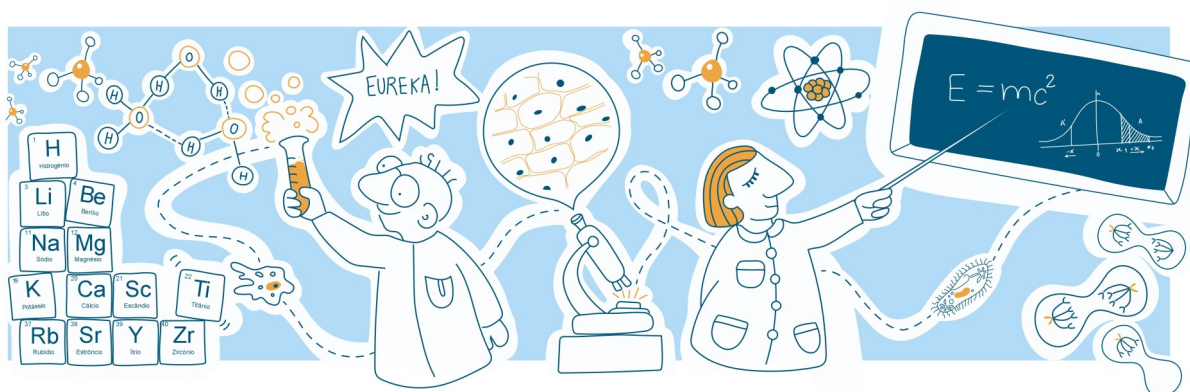


Os nossos revisores

Os nossos revisores vêm da **Escola Secundária Doutor Jorge Augusto Correia, Tavira**. São alunos do Curso de Ciências e Tecnologias, 11.º ano, turma A3. Na foto, da esquerda para a direita, **Ana Margarida Hilário**, sonha seguir design de interiores e moda, **Tiago Silva**, tem preferências pelas áreas da saúde e do entretenimento, **Ricardo Guilherme**, fanático por jogos de computador e por rap, estando interessado na área do ensino, **Mariana Cruz**, gosta de horticultura e de desporto, e **Ivo Pereira**, interessado em Biologia e na prática de exercício físico. Na fila da frente, encontram-se a **Professora Helena Bartolomeu Silva** (Física e Química), **Sara Nunes**, apaixonada por animais e pela leitura, **Alice Ferreira**, apreciadora de Biologia e da área da saúde, **Rita Agrela**, pintora e entusiasta das artes, **Bruna Guerreiro**, defensora de causas sociais e ambientais, **Filipa Santana**, adora ler, ouvir música, aprender novas línguas e aprecia todas as áreas da ciência, com preferência para Física e Astronomia, **Marta Mestre**, fascinada por Psicologia e pela escrita criativa, e **Ana Cristina Matias** (Professora bibliotecária).



OBSERVE – OBServatório da SustEntabilidade da Região do AlgarVE para o turismo



Autores

Rui Lança, Miguel Oliveira, Elisa Silva, Fátima Farinha

Afilições

Instituto Superior de Engenharia, Universidade do Algarve, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal

Revisão

Escola: Escola Secundária Tomás Cabreira, Faro

Alunos: Vasco Teixeira e Ricardo Martins

SUMÁRIO — O OBServatório da SustEntabilidade da Região do AlgarVE para o turismo (OBSERVE) constitui um instrumento de monitorização e avaliação dos níveis de sustentabilidade da região do Algarve. Tem como principal objetivo fornecer indicadores de desempenho ambiental, económico, sociocultural e institucional que suportem a tomada de decisões a curto, médio e longo prazo para um crescimento sustentável do Algarve enquanto região turística, bem como permitir ao cidadão e ao turista o conhecimento objetivo da região. Os indicadores foram selecionados, com base em critérios de relevância e exequibilidade¹, de entre referências de desenvolvimento sustentável nacionais e internacionais e de um processo participativo que envolveu reuniões sectoriais e um inquérito on-line. A potencialidade do OBSERVE está, entre outras, em permitir aos gestores da região serem pró-ativos na identificação de problemas e corrigir os mesmos antes de se entrar num ciclo disruptivo. **ABSTRACT** — *The OBServatory of Sustainability of the Algarve Region for Tourism (OBSERVE) is an instrument for monitoring and assessing the levels of sustainability of the Algarve region. Its main objective is to provide indicators of environmental, economic, sociocultural and institutional performance that support short, medium and long term decision making for a sustainable growth of the Algarve as a tourist region, as well as to enable the citizen and the tourist to have objective knowledge of the region. The indicators were selected, based on relevance and feasibility criteria, from among national and international sustainable development indicators and from a participatory process involving sectoral meetings and an online survey. The potential of OBSERVE is, among others, to enable managers to be proactive in identifying problems and correcting them before entering a disruptive cycle.*

¹ exequibilidade – possibilidade de algo ser executado

O turismo tem impactos importantes na sociedade, economia e ambiente. Se bem supervisionado, o sector do turismo cria empregos de qualidade, reduz a pobreza, podendo ser uma via de preservação ambiental, ajudando na construção de economias mais inclusivas e resilientes. Contudo, sem salvaguardas e decisões adequadas, o crescimento do turismo aumenta a pressão sobre a biodiversidade e os ecossistemas que são um dos principais motivos de atração turística e dos quais dependem os meios de subsistência das comunidades locais, podendo levar ao seu colapso.

O crescimento sustentável é, portanto, um desafio para as regiões turísticas. As atividades turísticas devem ser compreendidas e geridas num contexto mais amplo de sustentabilidade e é sem dúvida claro que a oferta dos destinos turísticos deve tê-lo em consideração. O desenvolvimento e prosperidade de uma região turística dependerá dela. O turismo sustentável deve explorar as principais questões e oportunidades de forma integrada.

A monitorização é essencial para identificar as tendências, dinâmicas e servir de apoio às políticas e estratégias dos decisores, utilizando diferentes tipos de informação, incluindo estatísticas adequadas a grandes volumes de dados recolhidos automaticamente a partir de fontes de base de dados.

Os observatórios têm um papel importante na monitorização e apoio às decisões a nível público e privado, apresentando um vasto conjunto de indicadores. O projeto OBSERVE – Observatório da Sustentabilidade da Região do Algarve para o Turismo, desenvolvido na Universidade do Algarve, é um instrumento de monitorização e avaliação dos níveis de sustentabilidade da região. O seu principal objetivo é fornecer indicadores ambientais, económicos, socioculturais e institucionais para apoiar o processo de tomada de decisão, para um crescimento sustentável da região do Algarve.

Para concretizar os objetivos, foram estabelecidas quatro atividades principais: levantamento do sistema de indicadores; conceção do modelo de demonstração; arquitetura e desenvolvimento da plataforma informática; monitorização e disponibilização regular do OBSERVE. Após uma análise extensiva de indicadores propostos por organismos internacionais e nacionais, tais como World Tourism Organization (UNWTO), European Tourism Indicator System (ETIS), Turismo de Portugal (Travel BI), Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS Algarve), foi selecionado um conjunto de indicadores, com base em critérios de relevância e **exequibilidade** e de um processo participativo que envolveu reuniões sectoriais com instituições e empresas bem como um inquérito on-line.

Os principais indicadores foram agrupados em quadro pilares: ambiental, sociocultural, económico e institucional, os quais se dividem em múltiplos subdomínios, conforme apresentado nas Figuras 1 a 4.

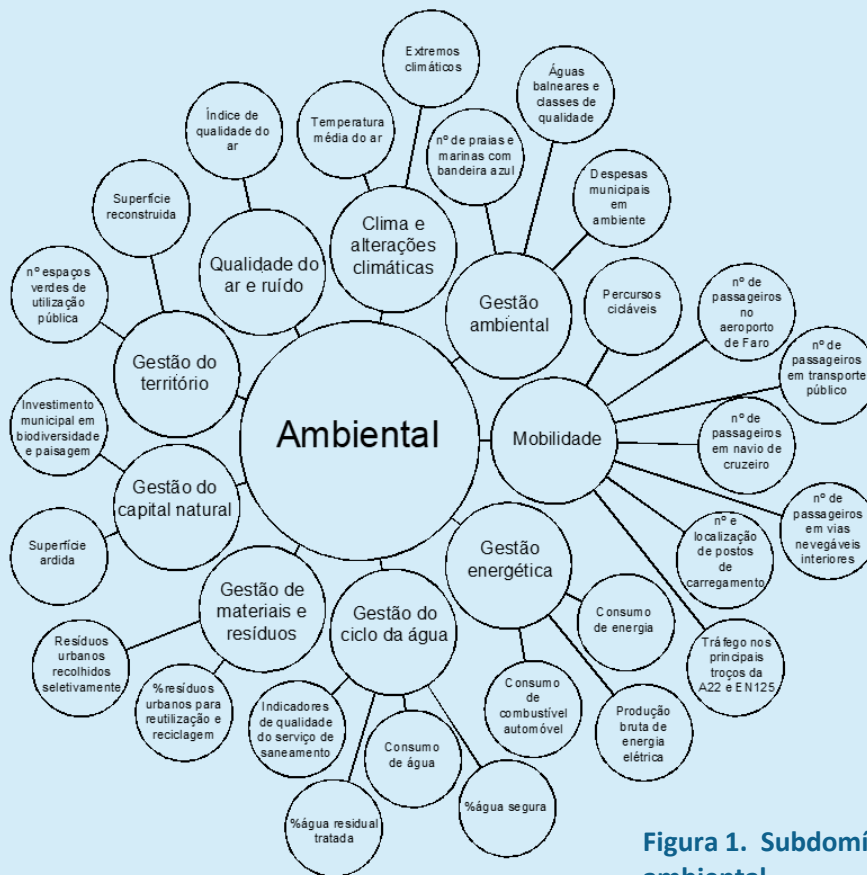


Figura 1. Subdomínios e indicadores do pilar ambiental.

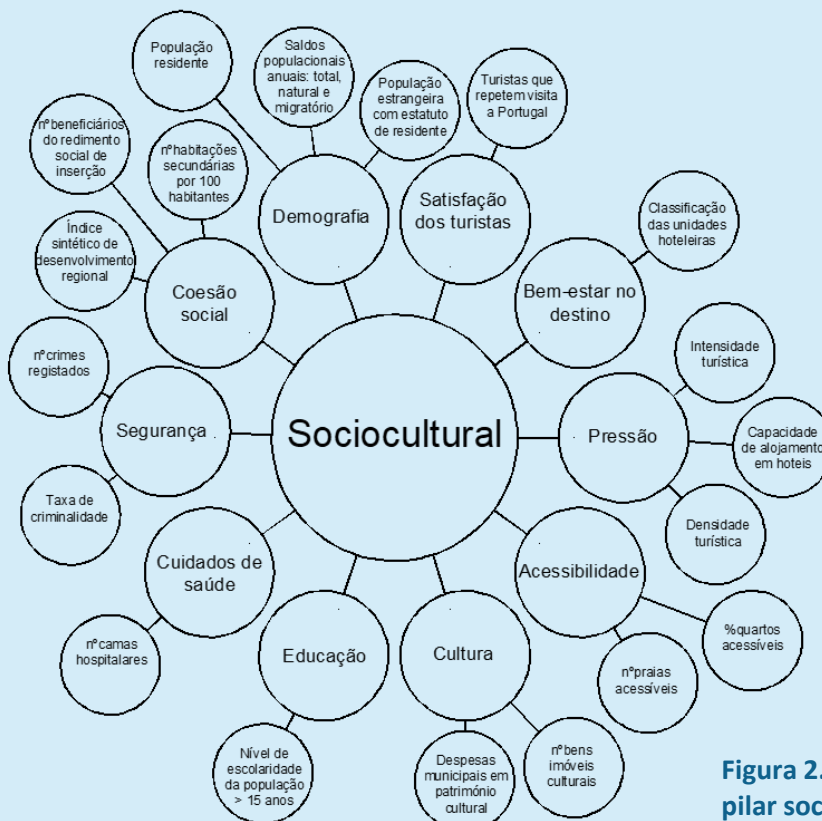


Figura 2. Subdomínios e indicadores do pilar sociocultural.

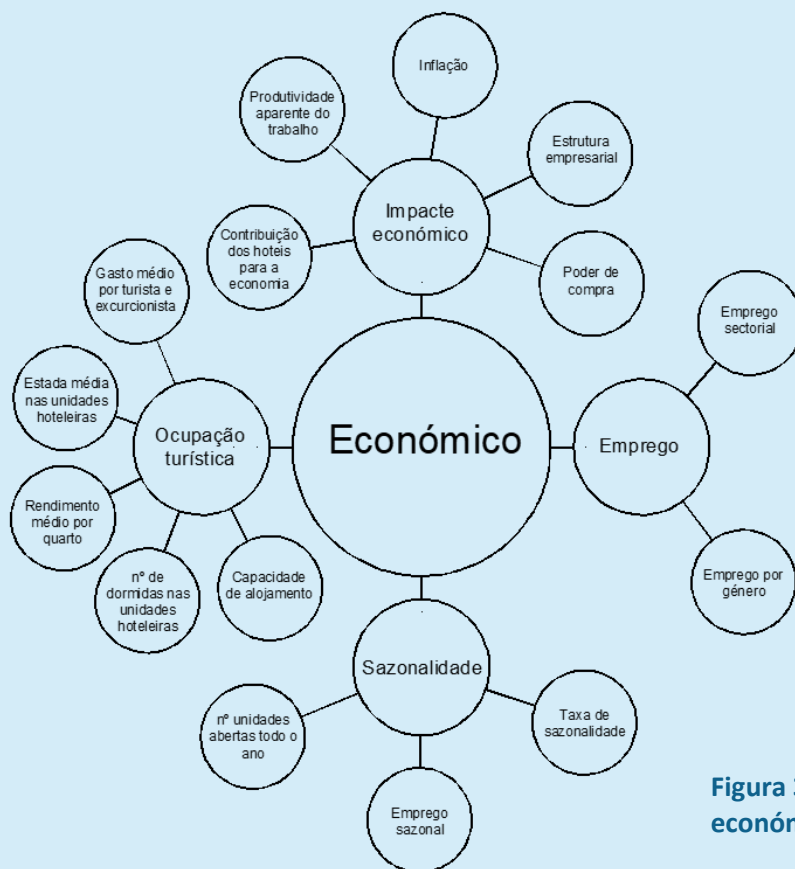


Figura 3. Subdomínios e indicadores do pilar económico.

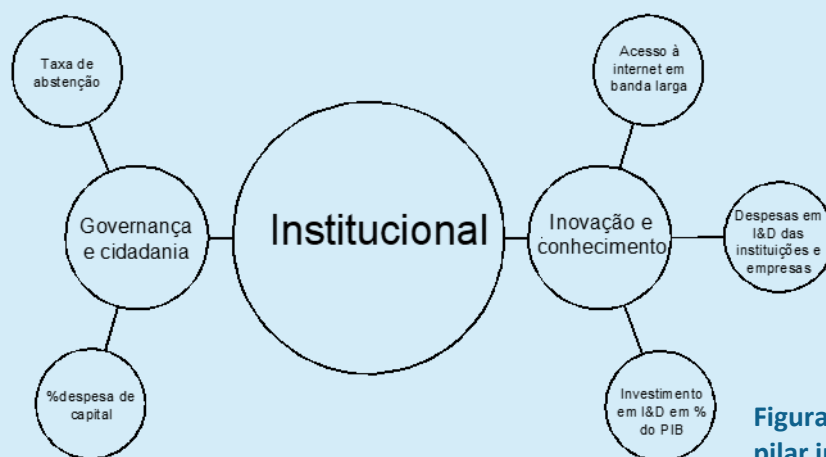


Figura 4. Subdomínios e indicadores do pilar institucional.

A maioria dos indicadores selecionados utiliza, como fonte de recolha, a base de dados estatística nacional (INE) e o processo de atualização dos dados é feito através da Interface de Programação de Aplicações (API) que assegura a continua atualização do OBSERVE. Para cada indicador apresenta-se a descrição, a unidade, periodicidade, método de cálculo, fonte primária e de recolha bem como o período de dados, assim como objetivos, correspondentes a metas regionais pré-estabelecidas ou, na ausência destas, a metas ou valores indicativos nacionais ou internacionais. O OBSERVE, encontra-se alojado na Universidade do Algarve e pode ser consultado no endereço <https://observe.ualg.pt/>. Na plataforma é possível aceder a informação sobre o

desenvolvimento do projeto, entrar em contacto com a equipa do projeto e aceder de forma fácil e intuitiva aos indicadores, podendo visualizar os indicadores em diferentes tipos de gráficos ou mapas, conforme se mostra a título de exemplo na **Figura 5**. Um dos principais

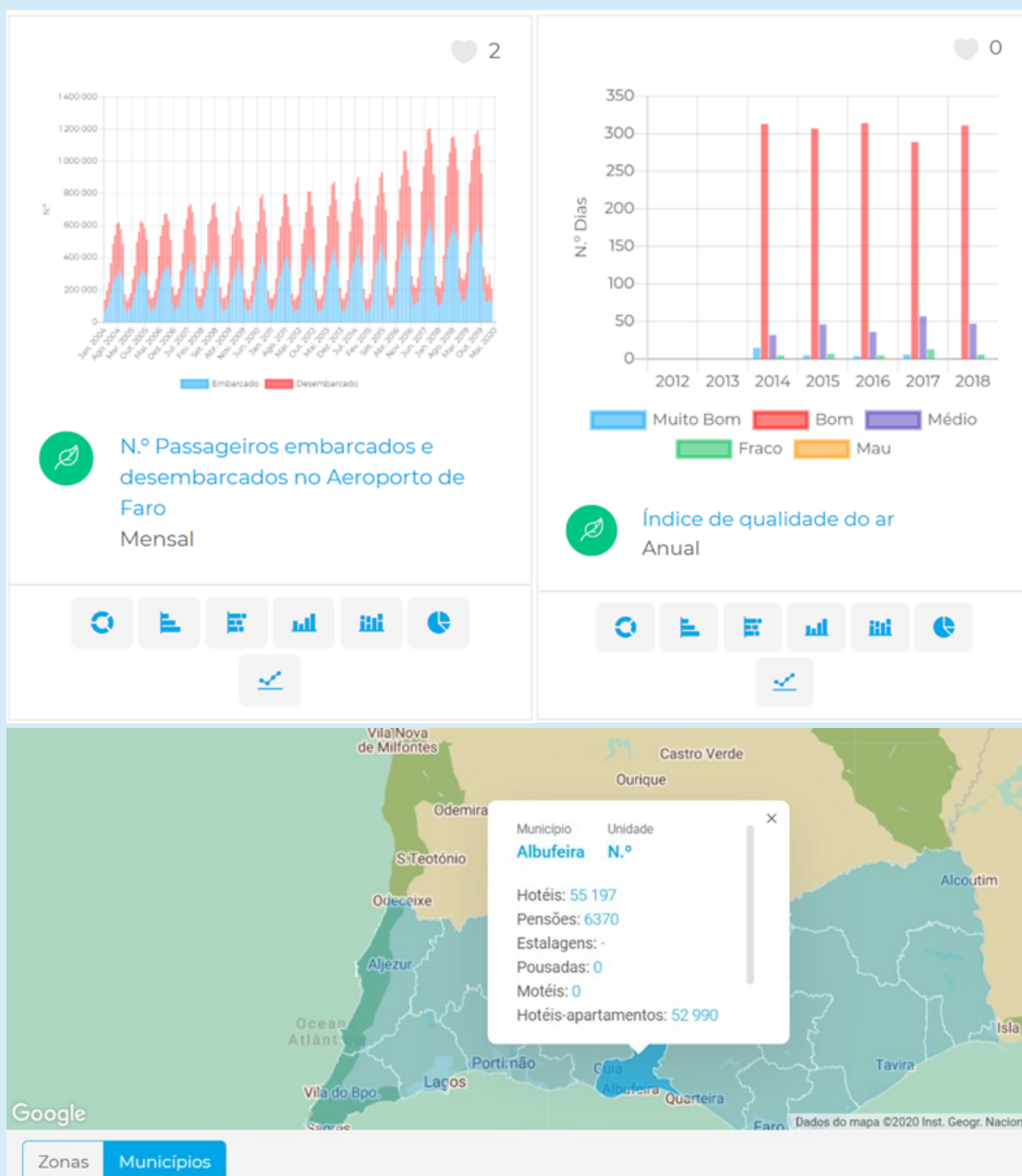


Figura 5. Imagens da plataforma OBSERVE com exemplos de indicadores apresentados sob o formato de gráfico e mapa.

desafios do projeto OBSERVE é a manutenção dos indicadores atualizados ao longo do tempo, permitindo assim a aplicação de políticas ambientais e sociais que fomentem a região do Algarve.

Conclusões e implicações práticas do trabalho

O OBSERVE disponibiliza um conjunto de indicadores relevantes para a caracterização da sustentabilidade da região do Algarve através da sua plataforma <https://observe.ualg.pt/>.

Estes indicadores, permitem que não só os cidadãos residentes e turistas conheçam a região, mas também que instituições públicas e empresas possuam informação fiável para uma melhor gestão sustentável da região.

Naturalmente, ao longo do tempo, outros indicadores de desenvolvimento sustentável podem e devem ser adicionados à plataforma sendo que a principal limitação está no levantamento contínuo destes novos indicadores apoiados por fontes fiáveis.

Artigos originais

Farinha F, Oliveira M, Silva E, Lança R, Pinheiro MD, Miguel C. *Selection process of sustainable indicators for the Algarve Region — OBSERVE Project. Sustainability* (2019) 11, 444. <https://doi.org/10.3390/su11020444>

Bienvenido-Huertas D, **Farinha F, Oliveira M, Silva E, Lança R.** *Challenge for Planning by Using Cluster Methodology: The Case Study of the Algarve Region. Sustainability* (2020) 12, 1536. <https://doi.org/10.3390/su12041536>

Bienvenido-Huertas D, **Farinha F, Oliveira M, Silva E, Lança R.** *Comparison of artificial intelligence algorithms to estimate sustainability indicators. Sustainable Cities and Society* (2020) 63, 102430. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102430>

Biografia dos Autores

Elisa Silva é licenciada em engenharia civil (1995, IST), mestre em Mecânica dos Solos (1999, FCT/UNL) e doutor em Estruturas de Edificación e Ingeniería del Terreno pela Universidade de Sevilla (2013), desenvolvendo atividade técnica e científica na área da geotecnia e da sustentabilidade. Docente do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve desde 1998.

Fátima Farinha é licenciada em engenharia civil (1986, IST), mestre em construção (1991, IST) e doutorada em engenharia civil (1997, IST). Docente do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve desde 1988, e professora coordenadora desde 2001. A atividade de investigação centra-se no desenvolvimento sustentável e eficiência energética.

Miguel José Oliveira é licenciado, mestre e doutor em engenharia civil pela Universidade de Coimbra. Docente do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve desde 1997. A sua atividade de investigação centra-se na construção e no desenvolvimento sustentável.

Rui Lança é licenciado em Engenharia Civil pela Universidade do Algarve, mestre em Engenharia do Solo e da Água pela Universidade de Évora e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade da Beira Interior. É docente no Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve desde 1998. Desenvolve a sua atividade técnica e científica nos domínios da engenharia hidráulica, recursos hídricos, ambiente e sustentabilidade.

Ligações internet relacionadas com o grupo de investigação

Plataforma OBSERVE: <https://observe.ualg.pt/>

Departamento de Engenharia Civil: <https://ise.ualg.pt/pt/node/24593>

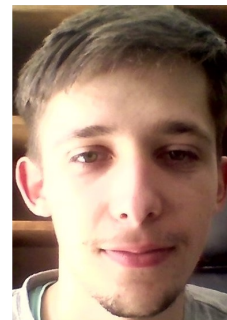
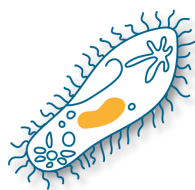
Ligações internet relacionadas com os cursos onde os autores lecionam

Licenciatura em Engenharia Civil: <https://www.ualg.pt/pt/curso/1449>

Mestrado em Engenharia Civil: <https://www.ualg.pt/pt/curso/1723>

Os nossos revisores

Os nossos revisores são **Vasco Teixeira** e **Ricardo Martins**, alunos do 12^º na **Escola Secundária de Tomás Cabreira** de Faro, no curso Ciências e Tecnologias. Participam neste projeto com o intuito de o tornar mais perceptível para um público não-científico e não enquadrado na matéria para que o mesmo possa alcançar mais pessoas. A participação deve-se também ao desejo de uma melhor educação pessoal no assunto tratado. Vasco e Ricardo foram orientados no processo de revisão pela **Professora Cristina Reis Cantinho**.



Será o mar a próxima grande fonte de biomateriais?



Autores

Jorge Filipe Pontes, Noelia Flórez-Fernández, Carolina Afonso, Joana Cruz, Rahaf Alsayed, Ana Grenha

Afiliações

Centro de Ciências do Mar, Drug Delivery Laboratory, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faro, 8005-139, Portugal

Revisão

Escola: Escola Secundária José Belchior Viegas, São Brás de Alportel

Alunos: **Turma 10ºB** - Laura Casimiro, Mara Palma, Maria Farinho, Marta Filipe, David Domingos, Miguel Costa, Nicolas Campos, Nicole Gonçalves, Raquel Nunes, Susana Revés, Tiago Aníbal e Rodrigo Alho. **Turma 11ºC** - Ana Bota, Carolina Gonçalves, Cristiano Santos, Diogo Gonçalves, Eric Pedro, Fernando Rodrigues, Hugo Alfarrá, Iúri Pinto, João Santos, João Rodrigues, João Viegas, Maria Fernandes e Miguel Silvério.

SUMÁRIO — O mar é uma vasta fonte de recursos. Desde a sua criação, o nosso grupo de investigação tem usado materiais de origem marinha no desenvolvimento de sistemas de veiculação de fármacos, entre os quais se incluem proteínas e antibióticos. As algas marinhas são uma possível fonte de materiais, sendo algumas comestíveis, como a *Laminaria ochroleuca*, uma alga castanha conhecida comercialmente como Kombu. Entre os vários materiais bioativos presentes nas algas castanhas está o fucoidan, muito estudado pela sua atividade antioxidante e antitumoral. Para a sua extração, utilizou-se neste trabalho um processo amigável ao ambiente, que requer apenas a utilização de água e elevadas temperaturas. O potencial do extrato de fucoidan para produção de nanopartículas poliméricas foi avaliado, bem como o seu efeito biológico sobre células tumorais, nas quais se verificou um decréscimo da viabilidade celular. A versatilidade tanto do extrato como da formulação de nanopartículas, sugere a possibilidade de uma aplicação futura na área biomédica.

ABSTRACT — The sea is known for its wide range of resources. Our research group has been using marine materials in the development of drug delivery systems, to carry drug such as proteins or antibiotics. Marine algae are a possible source of materials, some of them being edible, as *Laminaria ochroleuca*, a brown seaweed also known as Kombu. Among the various bioactive materials present in this marine species, fucoidan is one of the most studied due to its antioxidant and antitumoral activities. For its extraction, an environmentally friendly process involving only water and high temperatures was used in this work. The potential of fucoidan extract to produce polymeric nanoparticles was evaluated, as well as its biological effect on tumoral cells, which revealed ability to decrease cell viability. The versatility of both the nanoparticle formulation and the extract suggests the possibility of a future biomedical application.

Glossário

Compostos bioativos
substâncias presentes em diferentes espécies de plantas, algas e vegetais que possuem propriedades benéficas para a saúde

O planeta Terra coloca à nossa disposição um número elevado de recursos, os quais utilizamos para nosso benefício em vários campos da vida humana. Os recursos terrestres têm sido exaustivamente utilizados, mas o mar permanece uma fonte por explorar. Aqui, por entre a fauna e a flora marinhas, destacamos as algas, que estão cada vez mais presentes na nossa alimentação e também na nossa saúde, e têm sido alvo de muito estudo nos últimos anos. Delas podem extrair-se uma série de **compostos bioativos**, dos quais se destacam os compostos fenólicos e os polissacáridos (**Fig. 1**).

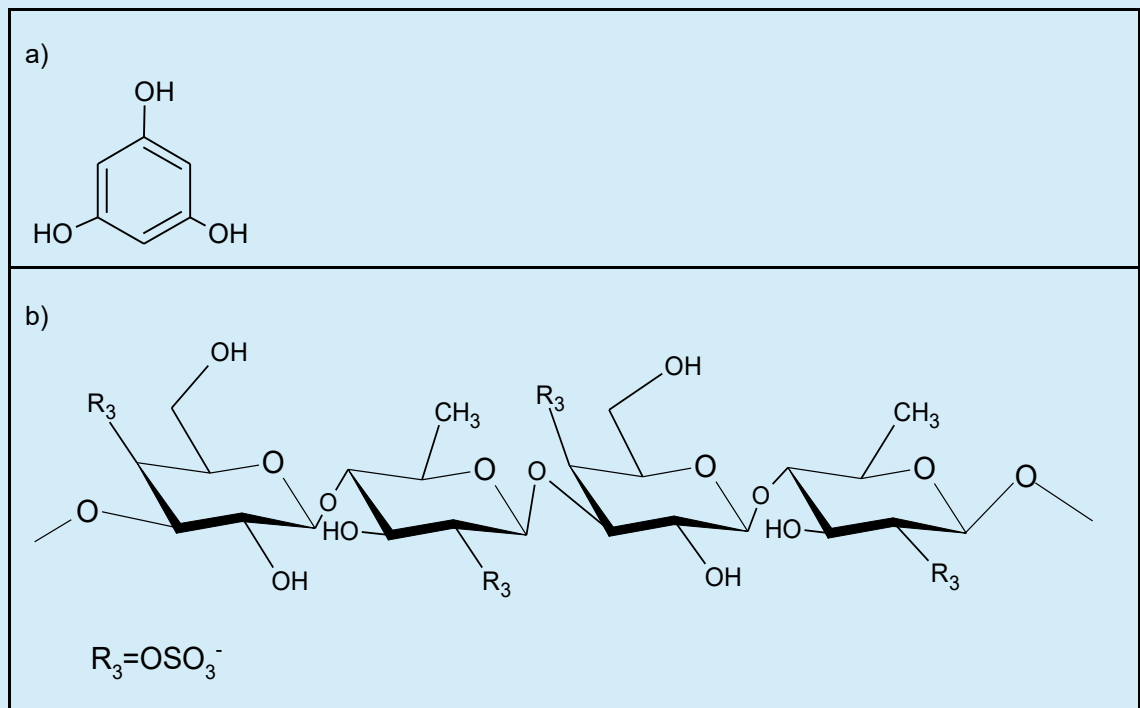


Figura 1. Representação da estrutura da molécula do polifenol floroglucinol (a) e representação figurativa da estrutura do polissacárido fucoidan (b).

Os florotanninos são um exemplo de fenóis com várias atividades biológicas, nomeadamente a capacidade antioxidante e de prevenção de doenças cardiovasculares. Já os polissacáridos, que são macromoléculas de carbono, oxigénio e hidrogénio, podem ser usados como agentes que aumentam a viscosidade de uma solução, e alguns podem ter uma influência positiva no nosso sistema imunitário. Este trabalho foca a utilização das algas castanhas, cujo polissacárido principal é o fucoidan. Estas algas compõem um grupo de elevada biodiversidade de espécies e são assim chamadas devido

à predominância de pigmentos acastanhados. A *Laminaria ochroleuca*, também chamada de Kombu, é um exemplo deste tipo de alga, a qual é comestível (Fig. 2).



Figura 2. Fotografia da alga *Laminaria ochroleuca*.

Extratos

substâncias concentradas, que se obtém a partir de uma matéria prima

Viabilidade celular

medida da viabilidade (sobrevivência/ funcionalidade) das células, a qual avalia a sua resposta à exposição a agentes externos

Polímero natural

macromolécula de origem natural formada a partir de unidades estruturais de pequenas dimensões designadas por monómeros

O fucoidan é um material com relevância biológica, considerando-se um agente preventivo em saúde, dadas as suas atividades antitumoral e antioxidante. A sua extração das algas pode fazer-se com tecnologias sustentáveis utilizando unicamente água, evitando, desta forma, o uso de solventes mais agressivos, o que aumenta o interesse na utilização do material. Neste trabalho, utilizou-se água a diferentes temperaturas, de 70 a 100°C, para a obtenção de **extratos** contendo fucoidan e outros compostos bioativos, extratos esses que foram, posteriormente, testados em células tumorais. A literatura científica reporta atividade antitumoral para o fucoidan, pelo que esperávamos verificar uma diminuição da viabilidade celular. De facto, a exposição aos extratos causou uma diminuição no número de células, dependente da concentração utilizada, indicando a existência de um efeito protetor do fucoidan, que tem assim capacidade para eliminar células tumorais. Quanto maior a concentração de extrato, menor a **viabilidade celular** determinada. Além disso, a utilização de baixas temperaturas de extração revelou ser um fator tão ou mais importante do que a concentração. Neste contexto, temperaturas de extração de 70°C conduziram a uma maior diminuição da viabilidade celular comparando com temperaturas mais elevadas (100°C), possivelmente devido à presença de uma maior quantidade de grupos sulfato no extrato obtido nessas condições.

Considerando estes resultados, o grupo quis explorar mais profundamente o potencial dos extratos, particularmente na área da tecnologia farmacêutica. Esta área proporciona aplicações dos compostos, transformando-os em estruturas que permitem uma aplicação terapêutica. Quando os materiais em causa são **polímeros**, como é o caso dos polissacáridos e do fucoidan em particular, podem desenvolver-se estruturas chamadas

Micropartículas

partículas com tamanhos entre 1 μm (10^6 vezes mais pequeno que o metro) e 1000 μm

Nanopartículas

partículas com tamanhos entre 1 nm (10^9 vezes mais pequeno que o metro) e 100 nm. Em algumas áreas/correntes, como é o caso da tecnologia farmacêutica, é aceite o conceito de nanopartículas para tamanhos até 1000 nm

Fármacos

substâncias, na sua maioria químicas, capazes de modificar os processos fisiológicos dos seres vivos, exercendo uma ação farmacológica

Efeitos adversos

efeitos secundários, não desejáveis, provocados por um fármaco

Interações eletrostáticas

interações entre grupos de carga oposta (positivo e negativo) presentes na estrutura dos polímeros.

Agentes de contraste

substâncias que se utilizam para obter imagens do interior do corpo humano em exames médicos.

micropartículas ou **nanopartículas**, que diferem, entre outros fatores, no seu tamanho. Estes são sistemas produzidos para conferir estabilidade e proteção às moléculas que encapsulam (**fármacos**). No entanto, contribuem frequentemente de forma adicional para tornar a ação terapêutica do fármaco mais eficiente, por exemplo proporcionando maior interação com o local de ação (células, tecidos), permitindo assim administrar doses mais baixas e diminuir os **efeitos adversos**. Assim, os extratos obtidos foram utilizados para a produção de nanopartículas poliméricas, utilizando o método de complexação polieletrólítica. Este método requer dois materiais de carga oposta, um negativo (o fucoïdan) e um positivo (foi escolhido o quitosano, igualmente polissacárido e também de origem marinha). As **interações eletrostáticas** que têm lugar quando se juntam soluções de ambos, conduzem à formação de nanopartículas e, neste caso, foi possível obter estruturas com tamanhos médios que variam entre 250 e 300 nm e uma carga superficial entre +20 e +50 mV.

As nanopartículas são sistemas muito versáteis, estando reportadas várias aplicações biomédicas (**Fig. 3**). Uma delas refere-se à associação de fármacos, para obter um efeito terapêutico. O fármaco será adicionado durante a preparação das nanopartículas. Nesse contexto, a composição destas pode contar com componentes que lhes confirmam invisibilidade, não sendo assim detetadas pelo sistema imunitário, o que permite um prolongamento da ação terapêutica. Noutros casos, as nanopartículas podem ser utilizadas como **agentes de contraste** em exames médicos. São todos estes, exemplos dos

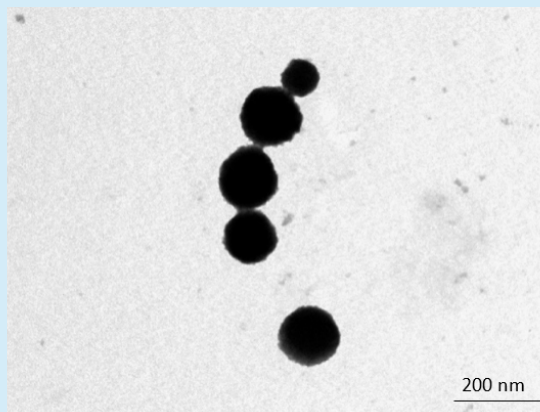


Figura 3. Microfotografia representativa de nanopartículas poliméricas produzidas pelo grupo.

chamados nanomedicamentos, que fazem parte de um mundo com muito ainda para explorar. O mar é uma promissora fonte de materiais e, em conjunto com as variadas técnicas de produção, constituem poderosas ferramentas no desenvolvimento de novas terapias. As potencialidades dos recursos marinhos devem, no entanto, ser sempre exploradas com a consciência da necessidade de zelar pela sua sustentabilidade e preservação.

Artigos originais

Flórez-Fernández N et al. *Hydrothermal processing of Laminaria ochroleuca for the production of crude extracts used to formulate polymeric nanoparticles.* **Marine Drugs** (2020) 18, 336. <https://doi.org/10.3390/md18070336>

Pontes JF and Grenha A. *Multifunctional nanocarriers for lung drug delivery.* **Nanomaterials** (2020), 10, 183. <https://doi.org/10.3390/nano10020183>

Biografia dos Autores

Jorge Filipe Pontes é atualmente aluno de doutoramento em Mecanismos de Doença e Medicina Regenerativa (Programa ProRegeM), na Universidade do Algarve e na Universidade Nova de Lisboa. Em 2016 concluiu o Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, tendo estudado, na sua dissertação, o efeito protetor de açúcares no processo de criopreservação de nanopartículas poliméricas. Após uma passagem de seis meses por Lyon (França), entre 2017 e 2018, onde trabalhou com nanoemulsões, começou o seu doutoramento em 2018 no *Drug Delivery Laboratory*, focando o seu trabalho na administração pulmonar de pós secos, e o seu impacto em células.

Noelia Flórez-Fernández é Engenheira Industrial especializada em Química Industrial pela Universidade de Santiago de Compostela (Espanha), e doutorada em Ciência e Tecnologia Agroalimentar pela Universidade de Vigo (Espanha) no ano de 2018. Atualmente encontra-se a desenvolver um pós-doutoramento no *Drug Delivery Laboratory*, na Universidade do Algarve. A sua especialidade baseia-se na extração de compostos bioativos a partir de macroalgas marinhas empregando tecnologias “amigas do ambiente”. Estes compostos estão a ser avaliados como potenciais matrizes na produção de sistemas particulados (micropartículas e nanopartículas).

Carolina Afonso é atualmente estudante do 5º ano no Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas e encontra-se a desenvolver no *Drug Delivery Laboratory* na Universidade do Algarve, o projeto para a sua dissertação de Mestrado, relacionado com a exploração do potencial de materiais de origem marinha para a elaboração de sistemas nanoparticulados.

Joana Cruz é atualmente estudante do 4º ano no Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas e encontra-se a desenvolver no *Drug Delivery Laboratory*, na Universidade do Algarve, o projeto para a sua dissertação sobre micropartículas de polissacáridos para vacinação pulmonar.

Rahaf Alsayyed é atualmente estudante do 4º ano no Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, e encontra-se a desenvolver no *Drug Delivery Laboratory*, na Universidade do Algarve, um projeto sobre o efeito de adição de sais na formação de nanopartículas poliméricas. Anteriormente, estudou dois anos em Ciências Biomédicas, na Universidade de Damasco e em 2019, durante um mês, adquiriu competências no *Cell Biology of Viral Infection Laboratory*, no Instituto Gulbenkian de Ciência.

Ana Grenha é Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade do Algarve, na área de Tecnologia Farmacêutica, desde 2007, e investigadora no Centro de Ciências do Mar. Doutorada em Farmácia, área de Tecnologia Farmacêutica pela Universidade de Santiago de Compostela (Espanha) no ano de 2007, fundou na UAlg o *Drug Delivery Laboratory*. Este, centra a sua atividade no desenvolvimento de estratégias para a administração pulmonar de fármacos, a que alia a exploração de potenciais novas aplicações de materiais de origem natural, nomeadamente polissacáridos.

Os nossos revisores

Os nossos revisores vêm da **Escola Secundária José Belchior Viegas, São Brás de Alportel**. São **Laura Casimiro, Mara Palma, Maria Farinho, Marta Filipe, David Domingos, Miguel Costa, Nicolas Campos, Nicole Gonçalves, Raquel Nunes, Susana Revés, Tiago Aníbal e Rodrigo Alho**, alunos do **10º ano turma B** (foto à esquerda). Os alunos desta turma têm interesses muito diversificados desde aeronáutica, passando pela medicina veterinária e ciência forense. São alunos muito interessados e dinâmicos. São também **Ana Bota, Carolina Gonçalves, Cristiano Santos, Diogo Gonçalves, Eric Pedro, Fernando Rodrigues, Hugo Alfarrá, Iúri Pinto, João Santos, João Rodrigues, João Viegas, Maria Fernandes e Miguel Silvério**, alunos do **11º ano turma C** (foto à direita). A maioria dos alunos do 11ºC têm interesse em seguir engenharia, desde informática até ambiental e área da saúde. São alunos muito prestativos e a maioria com objetivos bem definidos quanto ao seu futuro. A coordenação da revisão foi feita pelo **Professor Ricardo Martins**.



EQUIPA UALG

**Universidade do Algarve
2021/22**

*Palestras e atividades
para alunos e professores
das escolas básicas
e secundárias*

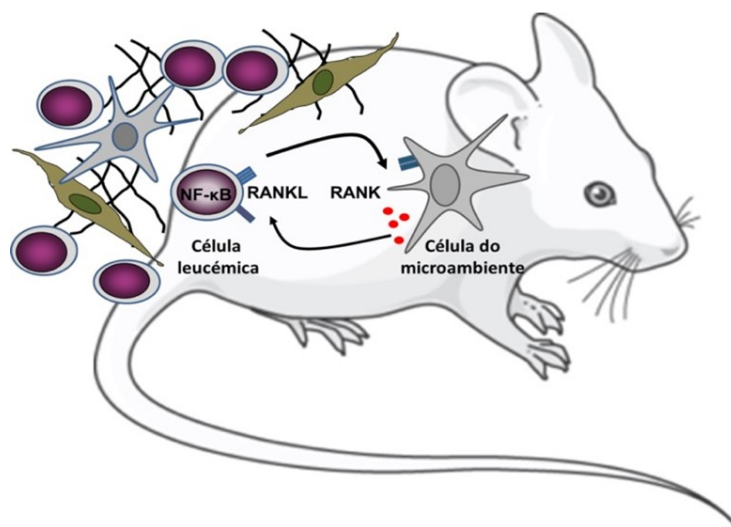
www.ualg.pt



Palestras *online* e presenciais



Como células leucémicas manipulam células normais para seu próprio benefício - Oportunidades para novas terapias?



Autores

Mónica Teotónio Fernandes^{1,2,3}, Ivette Pacheco-Leyva^{2,4}, Nuno Rodrigues dos Santos^{2,4}

Afilições

¹ Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve

² Centro de Investigação em Biomedicina (CBMR), Universidade do Algarve

³ Centro Académico de Investigação e Formação Biomédica do Algarve (ABC, Algarve Biomedical Center)

⁴ i3S - Instituto de Investigação e Inovação em Saúde, Universidade do Porto

Revisão

Escola: Escola Secundária José Belchior Viegas, São Brás de Alportel

Alunos: Artur Vilhena, Beatriz Chaveca, Beatriz Rodrigues, Bernardo Faria, Carla Veiga, Carolina Rodrigues, Catarina Alves, Catarina Guerreiro, Catarina Cavaco, Diogo Morais, Filipa Santiago, Filipe Meleiro, Hugo Alfarrá, Gonçalo Cavaco, João Martins, João Veríssimo, João Santos, Lara Guerreiro, Leonor Adanjo, Mariana Romeira, Marta Scotto, Rita Soares.

SUMÁRIO — A leucemia é um cancro de células do sangue que resulta de alterações não só na própria célula cancerígena, que passa a multiplicar-se de forma descontrolada e se torna resistente à morte, mas também no microambiente celular onde esta se desenvolve. Neste contexto de interação entre células malignas e não malignas, a comunicação entre células que expressam a proteína recetora RANK e células que expressam o seu ligando específico, RANKL, foi já implicada em cancro. Para testar a hipótese que o eixo de comunicação RANKL/RANK estará envolvido no desenvolvimento de leucemia linfoblástica aguda de linfócitos T (LLA-T), utilizámos um modelo de murganho que desenvolve leucemia com características semelhantes à humana. Verificámos que as células leucémicas expressam altos níveis de RANKL e que esta expressão depende da ativação da via de sinalização NF-κB. Este conhecimento abre caminho para o estudo da função e do potencial terapêutico deste eixo de comunicação intercelular na LLA-T. **ABSTRACT** — *Leukemia is a cancer of blood cells that results from alterations not only in the cancer cell itself, which multiplies in an uncontrolled way and becomes resistant to death, but also in the cellular microenvironment where it develops. In this context of interactions between malignant and non-malignant cells, communication between cells that express the RANK protein receptor and cells that express its specific ligand, RANKL, has already been implicated in cancer. To test the hypothesis that the RANKL/RANK communication axis could be involved in the development of T-cell acute lymphoblastic leukemia (T-ALL), we used a mouse model that develops leukemia with human-like characteristics. We found that leukemic cells express high levels of RANKL and that this expression depends on the activation of the NF-κB signaling pathway. This knowledge opens the way for the study of the function and the therapeutic potential of this intercellular communication axis in T-ALL.*

Glossário

Linfócito T

é um tipo de glóbulo branco que circula no sangue e que é responsável pela imunidade celular adaptativa

Cancro hematológico

cancro de células do sangue que resulta na maior parte das vezes de alterações genéticas em glóbulos brancos (leucócitos) que os torna resistentes à morte e levam a uma multiplicação celular descontrolada

Alterações genéticas

alterações ao nível do genoma ou ADN das células e que incluem perda ou aquisição de cromossomas e mutações da sequência genética

Microambiente

conjunto de células e moléculas que se localizam num dado tecido

RANK

recetor ativador do fator nuclear NF- κ B; proteína que existe à superfície de células e que, ao ligar-se ao seu ligando específico, é ativado, levando por sua vez à ativação da via de sinalização NF- κ B

RANKL

ligando/proteína que se liga ao recetor ativador do fator nuclear NF- κ B (RANK), ativando-o

Proteínas secretadas

proteínas exportadas de dentro das células para fora destas

Imunofluorescência

técnica de deteção de proteínas através de anticorpos específicos para essas proteínas ligados a moléculas fluorescentes

Citometria de fluxo

técnica baseada na circulação de células individuais por um microtubo capilar diante de um laser e deteção de fluorescência emitida pelas células

A leucemia linfoblástica aguda de **linfócitos T** (LLA-T) é um **cancro hematológico** que afeta essencialmente crianças e adultos jovens e é fatal quando diagnosticado tardiamente ou deixado sem tratamento. Esta doença maligna tem origem em células imaturas precursoras dos linfócitos T que sofrem um bloqueio da diferenciação e entram em multiplicação descontrolada. Estas disseminam-se então pela corrente sanguínea e invadem a medula óssea e vários órgãos como o baço, fígado, gânglios linfáticos e, por vezes, o cérebro. Apesar das altas taxas de sucesso obtidas pela quimioterapia, vários problemas clínicos persistem, tais como sequelas associadas aos tratamentos intensivos. Logo, a identificação de moléculas que possam ser novos alvos terapêuticos mais específicos e com menos efeitos secundários constitui um objetivo prioritário.

Apesar de se conhecerem várias **alterações genéticas** na origem da doença, acredita-se que a interação das células malignas com células normais do **microambiente** onde aquelas se desenvolvem, modificam-no de modo a favorecer a expansão e propagação da doença. Esta comunicação intercelular decorre da interação entre proteínas recetoras existentes à superfície de uma célula (como o **RANK**) e os seus ligandos, proteínas existentes à superfície de ou **proteínas secretadas** por outra célula (como o RANKL). Neste contexto, o eixo **RANKL/RANK** foi anteriormente implicado na comunicação entre células de cancro e células normais do microambiente. Animais experimentais servem como modelos para estudar os mecanismos e tratamentos de doenças humanas quando tal não pode ser realizado em pacientes devido a questões éticas. Nestes casos, os murganhos (*Mus musculus*), vulgarmente designados ratinhos de laboratório, constituem excelentes modelos, pois sendo mamíferos são parecidos aos humanos em termos genómicos, fisiológicos e anatómicos. Murganhos transgénicos podem ser criados através da introdução de genes manipulados no seu ADN resultando em alterações moleculares semelhantes às encontradas em doenças humanas. No caso particular da LLA-T, recorreremos a murganhos transgénicos TEL-JAK2 nos quais foi introduzido no seu genoma um gene aberrante resultante da fusão de dois genes distintos, TEL e JAK2. Estes animais desenvolvem leucemia muito semelhante à LLA-T humana (**Fig. 1**). Este trabalho teve então o objetivo de investigar se o eixo de comunicação RANKL/RANK poderá estar envolvido no desenvolvimento de LLA-T usando este modelo animal.

A proteína RANKL está altamente expressa nas células malignas do murganho transgénico

Utilizando **imunofluorescência** por **citometria de fluxo**,

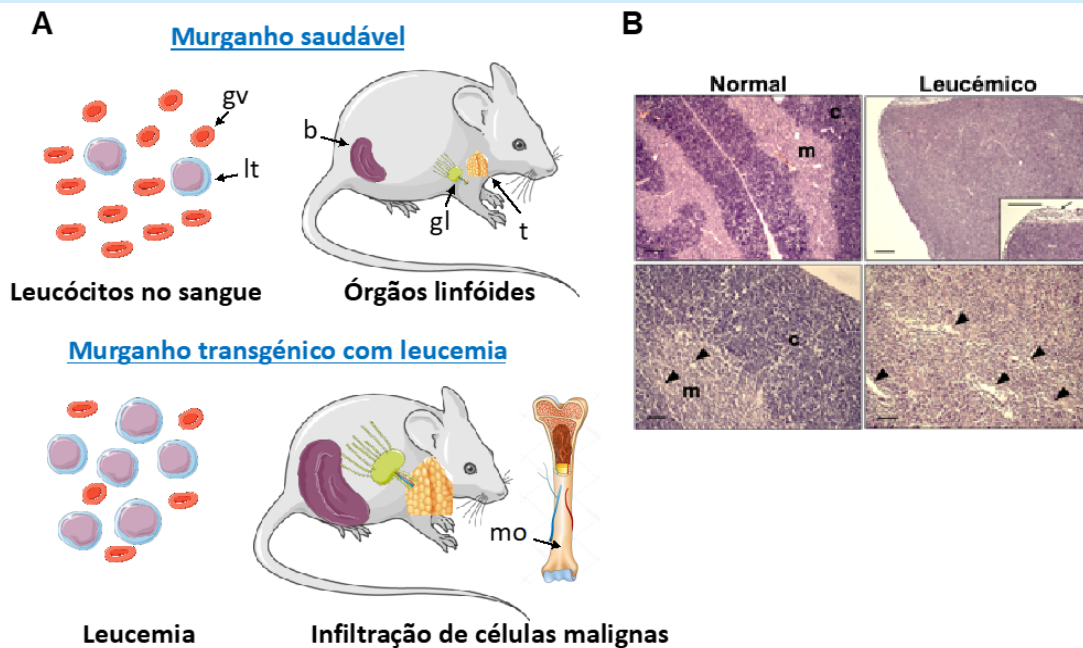


Figura 1 – Caracterização da leucemia no murganho transgênico. (A) Representação das diferenças entre um murganho saudável (em cima) e um murganho com leucemia (em baixo). A leucemia é caracterizada por um aumento do número de linfócitos T (lt) no sangue e uma diminuição das restantes células sanguíneas, como glóbulos vermelhos (gv). As células leucémicas podem infiltrar-se em vários órgãos linfóides, como o baço (b), timo (t), gânglios linfáticos (gl) e medula óssea (mo), levando ao aumento do tamanho destes (linfoma). (B) Secções de timo de um murganho saudável e de um murganho com leucemia corados com hematoxilina e eosina. Note-se a perda de definição da estrutura do timo, aumento do seu tamanho devido à multiplicação de células leucémicas e aumento dos vasos sanguíneos (pontas de seta). A letra C identifica o córtex e a letra M identifica a medula, duas regiões do timo.

Murganho transgênico
murganhos que contêm genes/ADN alterados provenientes de outras espécies, por aplicação de técnicas de Engenharia Genética

Vias de sinalização celular
sistema complexo de transmissão de sinais internos ou externos para diversos compartimentos celulares, especialmente o núcleo, assim coordenando as atividades e funções celulares

descobrimos que as células leucémicas do **murganho transgênico** TEL-JAK2 apresentam níveis significativamente mais elevados da proteína RANKL quando comparadas com as células normais de murganhos saudáveis (**Fig. 2A**). Sabe-se que a proteína RANKL é expressa em diferentes estágios de desenvolvimento de linfócitos T. Contudo, neste trabalho verificámos que no nosso modelo da doença LLA-T humana, a presença de níveis mais altos de proteína RANKL nas células malignas é independente do estágio de desenvolvimento e deverá depender de **vias de sinalização** celular ativadas em consequência da doença.

A expressão de RANKL nas células malignas depende da atividade da via de sinalização NF-κB

Trabalhos científicos anteriores demonstraram que a proteína RANKL pode ser expressa em consequência de mecanismos fisiológicos associados à função dos linfócitos T, como por exemplo a sua ativação para combater doenças infecciosas. Neste trabalho, confirmámos que a ativação dos linfócitos de forma artificial leva efetivamente a um aumento da quantidade de proteína RANKL mas que este aumento é muito superior nas células malignas do murganho transgênico TEL-JAK2 quando comparado com os linfócitos T normais. Para além disto, usando fármacos inibidores de vias de sinalização, verificámos que o aumento de RANKL em

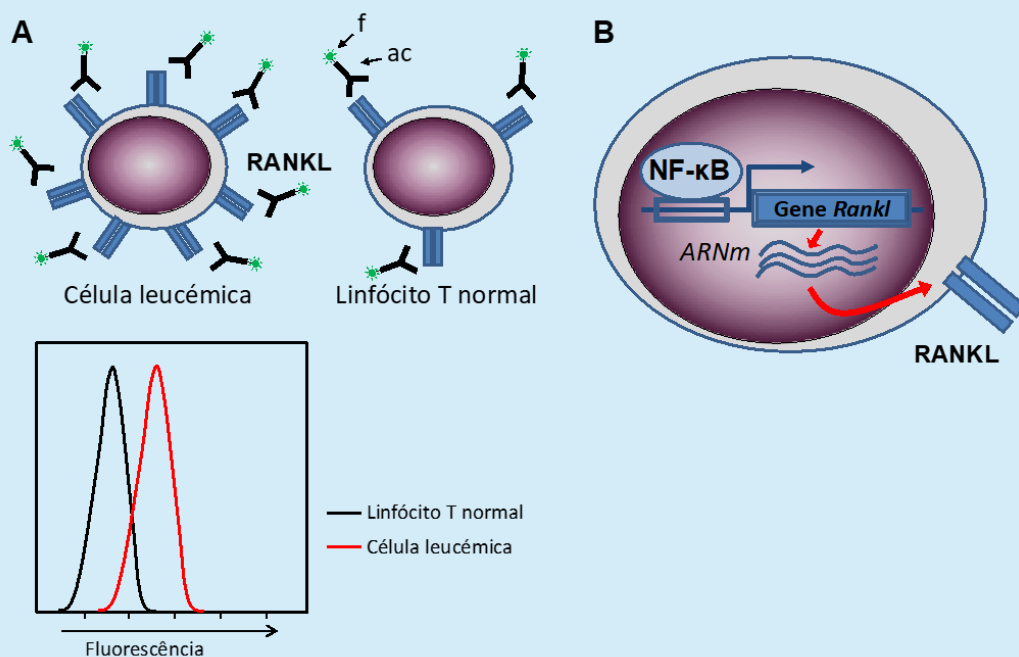


Figura 2 – As células leucémicas do murganho transgênico expressam maiores quantidades de RANKL do que as células normais por ação do fator nuclear NF-κB. (A) O RANKL contido nas células foi ligado por anticorpos (ac) específicos conjugados com moléculas fluorescentes (f) e a fluorescência foi detetada por citometria de fluxo. Como têm mais RANKL, as células leucémicas ligam mais anticorpo e consequentemente apresentam mais fluorescência (linha vermelha no gráfico) do que as células normais (linha preta do gráfico). (B) O aumento da expressão de RANKL depende da ação do fator NF-κB que se liga a regiões reguladoras do gene Rankl, no núcleo das células leucémicas. Este pode ser detetado através do aumento do **ARN mensageiro** (ARNm) e do consequente aumento da proteína RANKL.

ARN mensageiro

molécula responsável pela transferência de informação do ADN desde o núcleo celular até ao citoplasma para se dar a síntese de proteínas

Osteoclastos

células residentes no osso responsáveis pela sua degradação que é crítica para a manutenção, reparação e remodelação óssea

Células epiteliais

células que revestem as superfícies internas e externas do corpo e que se localizam na pele, vasos sanguíneos, trato urinário e outros órgãos. As células epiteliais do timo têm um papel relevante no desenvolvimento dos linfócitos T

Timo

órgão linfóide localizado na zona anterior superior do mediastino, atrás do esterno e à frente do coração, onde se desenvolvem os linfócitos T a partir de células precursoras geradas na medula óssea

Metastização

separação de células malignas do tumor primário, disseminação pela circulação e crescimento noutra órgão ou tecido do organismo

células malignas depende de uma das mais bem caracterizadas vias de sinalização envolvidas no desenvolvimento de cancro, a via do fator nuclear NF-κB (Fig. 2B).

Conclusão

Os nossos resultados indicam que as células leucémicas expressam níveis elevados de RANKL e são potenciais indutoras da sinalização de RANK em células do microambiente que expressem este recetor. São possíveis candidatos os **osteoclastos** presentes no microambiente da medula óssea, visto que há casos clínicos de LLA-T em que as crianças sofrem de perda de massa óssea, e outras células como **células epiteliais** de órgãos onde a doença tem origem como a medula óssea e o **timo**.

De forma semelhante, outros investigadores demonstraram que a presença do RANKL e o seu recetor em células malignas e normais do microambiente têm um papel importante na **metastização** em vários cancros como, por exemplo, o cancro da mama. Portanto, os nossos resultados abrem uma linha de investigação com o fim de bloquear o desenvolvimento ou disseminação da leucemia através de uma terapia que bloqueie a interação RANKL/RANK. Neste sentido, terapias com anticorpos anti-RANKL já estão aprovadas para tratamento de outros cancros e poderão agora ser testados na LLA-T.

Artigo original

Fernandes MT, Carçoço LS, Pacheco-Leyva I, Dos Santos NR. NF- κ B-dependent RANKL expression in a mouse model of immature T-cell leukemia. *Biochem Biophys Res Commun.* (2019) 510, 272-277.
<https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2019.01.089>

Biografia dos Autores

Mónica T. Fernandes é Doutorada em Ciências Biomédicas pela Universidade do Algarve e Farmacêutica Especialista em Genética Humana pela Ordem dos Farmacêuticos. É Professora Adjunta Convidada na Escola Superior de Saúde da UAlg, onde leciona unidades curriculares como Biologia, Genética e Imunologia. Também é investigadora no Instituto de Investigação do Centro Académico de Investigação e Formação Biomédica do Algarve (ABC-RI). Anteriormente, foi membro do Centro de Investigação em Biomedicina da UAlg onde desenvolveu o seu trabalho pré-doutoral sob a orientação do Doutor Nuno Rodrigues dos Santos.

Ivette Pacheco Leyva é Engenheira Química, Mestre em Biotecnologia e Doutorou-se em Ciências Biomédicas pela Universidade do Algarve. Foi membro do Centro de Investigação em Biomedicina/Centre for Biomedical Research (CBMR) da Universidade do Algarve, sendo atualmente investigadora pós-doutoral no Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto (IPATIMUP), integrado no consórcio Instituto de Investigação e Inovação em Saúde (i3S).

Nuno Rodrigues dos Santos é Doutorado em Ciências Biomédicas pela Universidade Radboud de Nimega (Países Baixos), e é atualmente Investigador Auxiliar no Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto (IPATIMUP), integrado no consórcio Instituto de Investigação e Inovação em Saúde (i3S). Dirigiu anteriormente o Laboratório de Biologia Molecular da Leucemia do CBMR (Centre for Biomedical Research) da Universidade do Algarve, e lecionou no Mestrado em Oncobiologia - Mecanismos Moleculares do Cancro do Departamento de Ciências Biomédicas e Medicina.

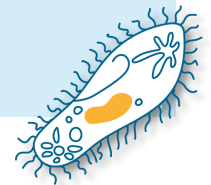
Ligações internet relacionadas com o grupo de investigação

<http://sites.google.com/site/nunordossantos/>

Ligações internet relacionadas com os cursos onde os autores lecionam

<http://www.ualg.pt/curso/1520>
<http://www.ualg.pt/curso/1915>

<http://www.ualg.pt/curso/1918>
<http://www.ualg.pt/curso/1916>



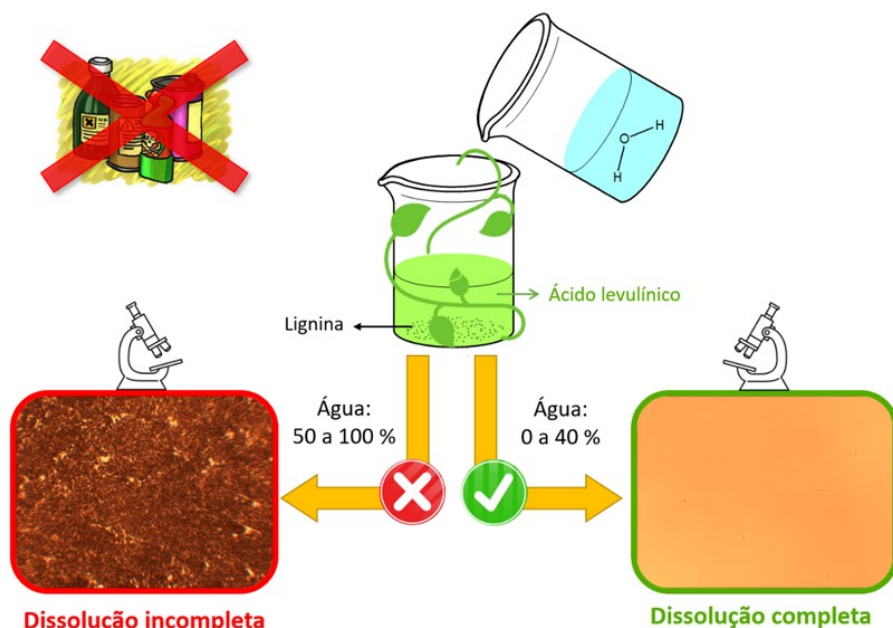
Os nossos revisores

Os revisores são alunos da disciplina de Biologia da **Escola Secundária José Belchior Viegas, São Brás de Alportel**. São jovens curiosos que gostam de enfrentar desafios. Têm interesses diversificados nas áreas de Biologia, Química, Física, Psicologia e Matemática e pretendem dar-lhes continuidade no ensino superior. As questões ambientais constituem uma das suas preocupações. Gostam de estar a par dos avanços científicos e esperam, no futuro, poder contribuir para o desenvolvimento dos mesmos. São eles: **Artur Vilhena, Beatriz Chaveca, Beatriz Rodrigues, Bernardo Faria, Carla Veiga, Carolina Rodrigues, Catarina Alves, Catarina Guerreiro, Catarina Cavaco, Diogo Morais, Filipa Santiago, Filipe Meleiro, Hugo Alfarrá, Gonçalo Cavaco, João Martins, João Veríssimo, João Santos, Lara Guerreiro, Leonor Adanjo, Mariana Romeira, Marta Scotto, Rita Soares**, e foram coordenadas pela **Professora Helena Paneiro Gonçalves** (Biologia e Geologia).





Ácido levulínico: um novo solvente verde para a dissolução da lignina



Dissolução da lignina usando soluções de ácido levulínico com várias percentagens de água

Autores

Elodie Melro¹, Bruno Medronho^{2,3}, Artur Valente¹, Filipe Antunes¹, Anabela Romano²

Afilições

¹ Universidade de Coimbra, CQC, Departamento de Química, Coimbra, Portugal

² MED, Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve

³ FSCN, Fibre Science and Communication Network, Universidade de Sundsvall, Suécia

Revisão

Escola: ES José Belchior Viegas, São Brás de Alportel

Alunos: Beatriz Martins, Beatriz Peleja, Hugo Bugia, Inês Hrabar, João Ferreira, Larah Sales, Mariana Carvalho, Rafael Mendonça, Renata Cordeiro, Tomás Carrasco e Victor Ambroseiciuc

SUMÁRIO — A lignina é um recurso natural renovável com potencial para ser usado em biomateriais. Devido à sua estrutura complexa, a sua dissolução eficiente usando solventes sustentáveis e “amigos” do ambiente, continua a limitar a sua aplicação em grande escala. Este trabalho reporta, pela primeira vez, a dissolução da lignina em ácido levulínico, um solvente “verde” e sustentável. Verificou-se que o ácido levulínico tem uma elevada capacidade de dissolver a lignina à temperatura ambiente e que a sua eficiência não é comprometida com a adição de água (até 40 % de água).

ABSTRACT — Lignin is a natural and renewable resource with the potential to be used in biomaterials. Due to its complex structure, its efficient dissolution is still challenging, which hinders its applicability at a large scale. This challenge becomes harder considering the current need for sustainable and environmentally friendly solvents. This work reports, for the first time, the dissolution of lignin in levulinic acid, a sustainable “green” solvent. It has been found that levulinic acid has a high capacity to dissolve lignin at room temperature and its efficiency is not compromised when diluting the acid with water (up to 40 wt. % water content).

Glossário

Lignina

macromolécula tridimensional que mantém a celulose e hemicelulose juntas nas fibras das paredes celulares das plantas. É um polifenol e o 2º composto natural mais abundante no planeta (atrás da celulose)

A **lignina** é um polímero natural, que pode ser encontrado nas plantas terrestres, juntamente com a celulose e a hemicelulose (**Fig.1**). É o segundo polímero natural mais abundante na terra, e o primeiro na categoria dos polímeros aromáticos. Devido às inúmeras vantagens da lignina, como elevado teor de carbono, elevada estabilidade térmica, biodegradabilidade e atividades antioxidante e antimicrobiana, o seu uso em produtos de valor acrescentado é de particular interesse pois pode substituir o uso de compostos não renováveis, como é o caso dos derivados

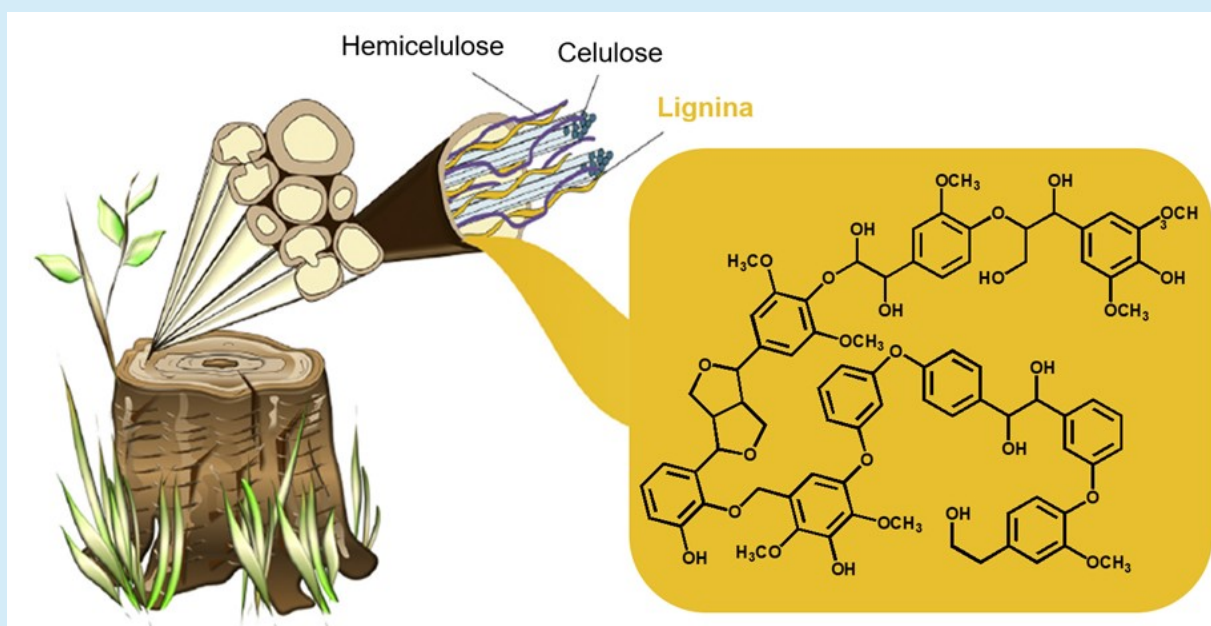


Figura 1. Lignocelulose na natureza (celulose, hemicelulose e lignina). Adaptado da referência 4.

Ácido levulínico

ácido 4-oxopentanoico (nome IUPAC), vulgarmente denominado de ácido levulínico, é um ácido orgânico (cetoácido), obtido a partir da degradação da celulose.

Biopolímero

macromolécula de origem biológica (produzida por seres vivos) ou obtidos a partir de matérias primas de fontes renováveis

Biomassa

toda matéria orgânica, de origem vegetal ou animal, utilizada na produção de energia

petrolíferos. No entanto, apesar de possuir um perfil muito vantajoso, a sua estrutura extremamente complexa torna a sua dissolução desafiante, uma vez que a lignina é insolúvel em água e na maioria dos solventes orgânicos¹. Uma das estratégias mais eficazes para dissolver a lignina passa por usar um forte meio alcalino, como por exemplo, uma solução aquosa de hidróxido de sódio (conhecida vulgarmente como soda caustica)². No entanto, este composto é algo tóxico e pode provocar queimaduras e danos oculares graves se for manuseado sem proteção e cuidados adequados. Assim, é de extrema importância desenvolver alternativas sustentáveis e “amigas” do ambiente com elevada capacidade para dissolver a lignina.

O ácido levulínico (**Fig. 2**) é um ácido sustentável que pode ser obtido a partir de fontes renováveis como açúcares (glucose, sacarose e frutose) e **biomassa** (madeira e resíduos agrícolas), através da reação destes compostos com ácidos³. Dadas as suas interessantes características, como baixa toxicidade e sustentabilidade, neste trabalho foi testada a sua capacidade para dissolver a lignina.

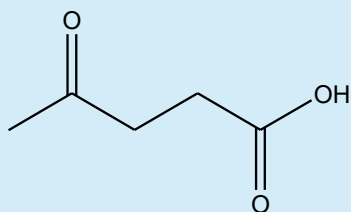


Figura 2. Estrutura química do ácido levulínico.

Solubilidade da lignina em ácido levulínico

De forma a perceber se o ácido levulínico tinha capacidade para dissolver a lignina, começámos por preparar várias soluções com várias percentagens de lignina (1, 10 e 20 %). Após agitação à temperatura ambiente, observámos ao microscópio que a dissolução era eficaz e que toda a lignina se dissolvia neste ácido. Sabendo que o limite de solubilidade representa a quantidade máxima que é possível dissolver de uma substância em determinado solvente, foi gradualmente aumentada a quantidade de lignina, até atingirmos saturação da solução. A solubilidade determinada foi de 40%. Isto significa que ao prepararmos uma solução até 40% de lignina, todo o material é dissolvido no ácido levulínico. Para concentrações superiores a 40%, é possível observar partículas de lignina por dissolver. Sendo assim, é possível concluir que este ácido é um excelente solvente com capacidade para dissolver elevadas quantidades de lignina. Verificou-se também que a adição de água (até 40 %) não comprometeu a eficiência do solvente (ver resumo gráfico).

Conclusões e implicações práticas do trabalho apresentado

Neste trabalho, é reportado o uso de um novo solvente sustentável, o ácido levulínico, nunca anteriormente testado para dissolver a lignina. Este ácido apresenta uma elevada performance para dissolver a lignina, tendo esta uma solubilidade máxima de 40 % neste sistema. Foi ainda possível adicionar água sem comprometer a performance de dissolução. A adição de água permite-nos ter um sistema mais económico, sustentável e ainda reduzir a viscosidade da solução, o que representa uma vantagem a nível de eventual processamento industrial. Este trabalho vem contribuir para uma melhor e mais acessível manipulação da lignina, abrindo a porta para o desenvolvimento de novos biomateriais e valorizando as suas aplicações, num contexto de **economia circular**.

Referências Bibliográficas

1. Melro E, Alves L, Antunes FE, Medronho B (20 18) J. Mol. Liq. 265, 578–584.
2. Melro E, FilipeA, Sousa D, Valente AJM, Romano A, Antunes FE, Medronho B (2020) Int. J. Biol. Macromol., 148, 688–695.
3. Chang C, Cen P Ma X (2007) Bioresour. Technol., 98, 1448–1453.
4. Becker J, Wittmann C (2019) Biotechnol. Adv., 37, 107360.

Economia Circular
conceito que assenta na
redução, reutilização,
recuperação e reciclagem
de materiais e energia

Artigo original

Melro E, et al. *Levulinic acid: A novel sustainable solvent for lignin dissolution* *Int J. Biol. Macromol.* 164 (2020): 3454-3461. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.128>

Biografia dos Autores

Elodie Melro é mestre em Química pela Universidade de Coimbra. Atualmente é estudante de doutoramento em Química, com especialização em Química Macromolecular, no Departamento de Química da Universidade de Coimbra.

Bruno Medronho é Investigador Principal na Universidade do Algarve e Professor convidado na Universidade de Sundsvall, Suécia. É doutorado em Química Macromolecular pela Universidade de Coimbra. Anabela Romano é Professora Catedrática de Biotecnologia na Universidade do Algarve e coordenadora do Laboratório de Biotecnologia Vegetal.

Artur Valente é Professor Associado com agregação em Química no departamento de Química da Universidade de Coimbra.

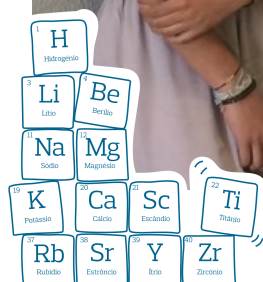
Filipe Antunes é Professor Assistente em Química no departamento de Química da Universidade de Coimbra. É coordenador do grupo Colling: Coloides e Nano materiais Inovadores.

Ligações internet relacionadas com o grupo de investigação

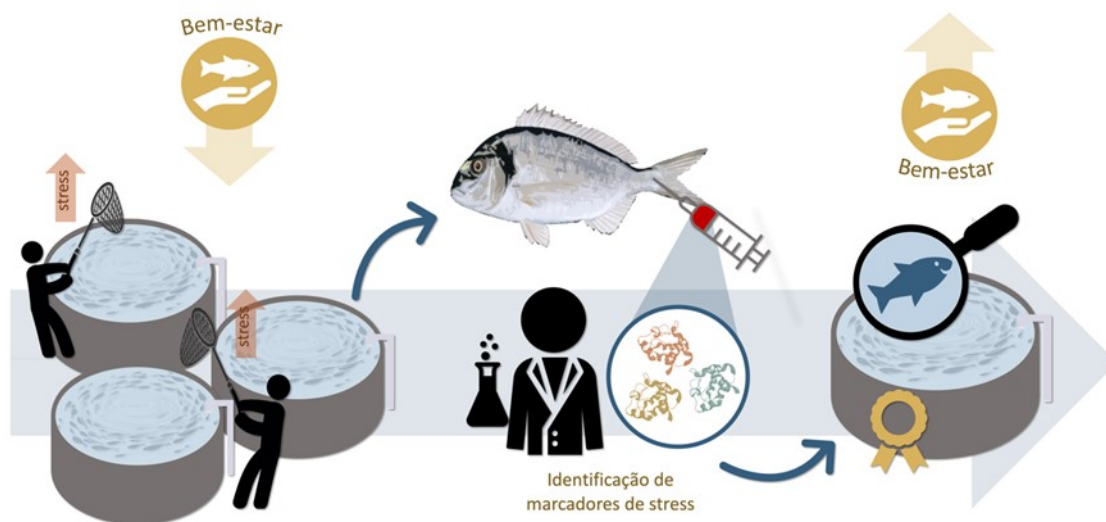
Portal do grupo de investigação: <https://plantbiotechnologylab.ualg.pt/index.php/en/>

Os nossos revisores

Os nossos jovens revisores/cientistas frequentam a **Escola Secundária José Belchior Viegas**, em São Brás de Alportel. Fazem parte do **12º ano, turma C, do Curso de Ciências e Tecnologia** e foram orientados pela **Professora Sónia Figueiredo** (Química). São um grupo de alunos muito heterogéneo mas muito bem disposto, interessado, dinâmico, inovador e de gostos muito diversificados: desde natação a kickboxing, de equitação a dança, de leitura a relaxar na praia, de música às saídas com os amigos, de televisão aos jogos de computador. São eles: **Beatriz Martins, Beatriz Peleja, Hugo Bugia, Inês Hrabar, João Ferreira, Larah Sales, Mariana Carvalho, Rafael Mendonça, Renata Cordeiro, Tomás Carrasco** e **Victor Ambroseiciuc**.



Fish lives matter: identificação de biomarcadores de bem-estar no peixe de aquacultura



Autores

Cláudia Raposo de Magalhães^{1,2}, Denise Schrama^{1,2}, Marco Cerqueira^{1,2}, Pedro M. Rodrigues^{1,2}

Afiliações

¹ Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faro, Portugal

² Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faro, Portugal

Revisão

Escola: ES Pinheiro e Rosa, Faro

Alunos: Beatriz Romão, Bruno Gonçalves, Cátia Castro, Gustavo Lopes, Inês Mata, Jénifer Costa, João Mendes, José Bagagem, Julian Figueiredo, Margarida Jacob, Martim Neves, Matilde Cristina, Maxwell Duarte, Miguel Afonso, Pedro Dias, Sara Viegas e Laura Coelho

SUMÁRIO — O peixe de aquacultura é frequentemente exposto a situações de stress associadas a práticas de rotina. O stress é manifestado através de diferentes respostas, induzindo alterações fisiológicas que se podem traduzir numa diminuição do bem-estar. A proteómica constitui uma abordagem promissora para a identificação de possíveis marcadores de stress. Neste estudo, douradas adultas foram submetidas a três condições experimentais de stress para avaliar se as alterações ao nível das proteínas poderiam ser utilizadas como indicadores de stress. Os resultados evidenciaram que a resposta do peixe a um stress permanente foi diferente comparativamente a um stress repetitivo. A análise proteómica do plasma sanguíneo revelou que os peixes repetidamente manipulados com uma rede tiveram um maior número de alterações significativas ao nível das proteínas, principalmente nas proteínas do sistema imunológico e de resposta ao stress. Estas alterações constituem assim um primeiro passo para a validação de biomarcadores de stress para monitorizar o bem-estar do peixe de aquacultura.

ABSTRACT — Aquaculture fish are frequently faced with stressful situations launching a cascade of responses that may induce physiological changes in the animal and impair welfare. Proteomics is a promising approach for the discovery of potential stress biomarkers. Gilthead seabream were submitted to three stressful conditions to evaluate the potential of the fish protein-based adaptations as reliable signatures of stress. A potential pattern of stressor-specificity was clear, as the level of response varied markedly between a persistent and a repetitive stressor. Analysis of the plasma proteome revealed that net-handled fish had the highest number of differential proteins, compared to the other trials, which were characterized as humoral components of the innate immune system and key elements of the response to stress. Overall, this study represents the first screening of more reliable signatures of physiological adaptation to stress in fish, allowing the future development of novel biomarker models to monitor fish welfare.

Glossário

Biomarcadores

são moléculas, proteínas, genes ou metabolitos, que podem ser medidas experimentalmente e indicam a ocorrência de uma determinada alteração num organismo

A produção de pescado tem vindo a aumentar significativamente nos últimos anos, sendo que a aquacultura representa atualmente cerca de metade de todo o peixe consumido no mundo. A intensificação do setor, de modo a dar resposta à crescente demanda de pescado, induz algumas consequências negativas, como por exemplo, ao nível do bem-estar animal. A falta de noção do público em geral relativamente à capacidade destes animais captarem e processarem estímulos nocivos leva a que a atenção dada ao bem-estar dos peixes de aquacultura não seja equivalente à dos restantes vertebrados produzidos para alimentação humana. Determinadas técnicas numa produção aquícola, como por exemplo, o manuseamento dos peixes ou as altas densidades de cultura, constituem situações de stress, muitas vezes intoleráveis, para os animais. Tal como os restantes vertebrados, os peixes respondem ao stress através de diferentes respostas comportamentais e fisiológicas. Esta resposta fisiológica ajuda o peixe a adaptar-se à situação adversa a que foi exposto, libertando cortisol na corrente sanguínea, a principal hormona de stress, e produzindo energia (através da síntese e consumo de glucose). No entanto, se o stress persistir, efeitos mais graves, nomeadamente ao nível do sistema imunológico, reprodução e crescimento, podem ocorrer. Em peixes utilizados para investigação, o cortisol é o principal indicador utilizado para medir a resposta ao stress, no entanto diversos estudos demonstraram a inconsistência desta hormona. Assim, neste trabalho utilizámos douradas para avaliar potenciais respostas de stress mais fiáveis e consistentes (**Fig. 1**), que pudessem ser utilizadas como marcadores de stress para o peixe de aquacultura. Os peixes foram assim submetidos a diferentes condições de stress (alta densidade, manuseamento e hipoxia), e possíveis alterações ao nível das proteínas do plasma sanguíneo foram analisadas através de técnicas de proteómica. Os ensaios experimentais foram realizados na estação experimental do Ramalhete, pertencente ao CCMAR-UAlg.

Resultados

Tal como demonstrado noutros estudos, os níveis de cortisol medidos nas douradas das três experiências apresentaram uma

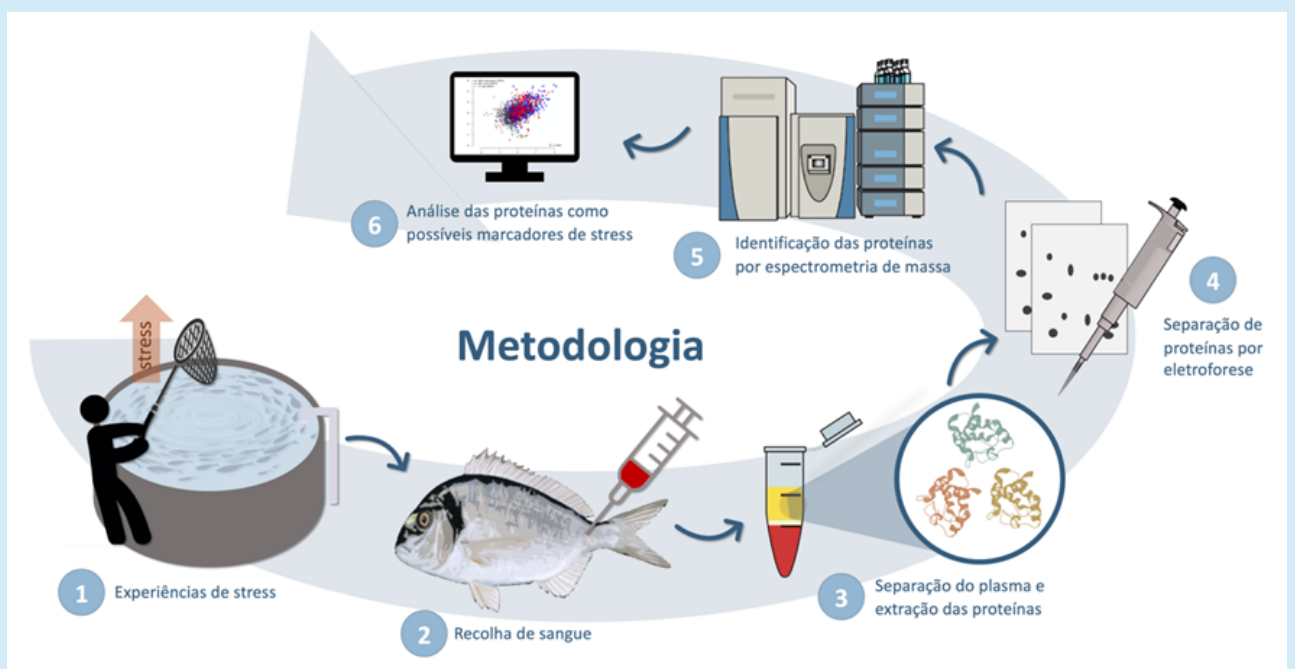


Figura 1. Metodologia.

Proteômica é uma área de estudo, que consiste na análise total do conjunto de proteínas presentes num determinado organismo, tecido ou célula

Espectrometria de massa é um método analítico que permite identificar diferentes compostos, com base na constituição atômica e carga das moléculas

elevada variabilidade de respostas entre os peixes submetidos às mesmas condições. Através da **proteômica** foi possível comparar as proteínas do plasma sanguíneo dos peixes submetidos aos diferentes tipos de stress com as dos peixes não stressados. Assim, foi possível verificar que as douradas que foram manuseadas repetidamente apresentavam diferenças significativas na abundância de 20 proteínas específicas. Estas foram seguidamente identificadas por **espectrometria de massa** como proteínas fundamentais do sistema imunológico e de resposta ao stress.

Conclusões

As proteínas refletem o estado fisiológico de um organismo e respondem diretamente a qualquer alteração no mesmo. Neste caso, alterações na abundância de proteínas específicas podem indicar uma adaptação fisiológica no peixe para lidar com a situação adversa. Neste trabalho, a proteômica permitiu identificar um conjunto de proteínas diferenciais com funções conhecidas na resposta ao stress. Estas alterações contribuirão para o estudo da resposta do peixe ao stress, a nível molecular, e para a identificação de biomarcadores de stress mais consistentes para uma avaliação do bem-estar dos peixes de aquacultura mais fiável, promovendo a sustentabilidade da indústria.

Artigo original

Raposo de Magalhães C, Schrama D, Farinha AP et al. *Protein changes as robust signatures of fish chronic stress: a proteomics approach to fish welfare research*. *BMC Genomics* (2020) 21, 309.

<https://doi.org/10.1186/s12864-020-6728-4>

Biografia dos Autores

A **Cláudia Raposo** de Magalhães é licenciada em Biologia pela Universidade de Lisboa e mestre em Aquacultura e Pescas pela Universidade do Algarve.

A **Denise Schrama** é licenciada em Bioquímica e mestre em Biologia Molecular e Microbiana pela Universidade do Algarve. Atualmente são estudantes de doutoramento da Universidade do Algarve, na área das Ciências do Mar, da Terra e do Ambiente, no Aquagroup do Centro de Ciências do Mar (CCMAR).

O Dr. **Marco Cerqueira** é doutorado pela Universidade do Algarve em bem-estar e comportamento dos peixes.

O Professor **Pedro M. Rodrigues** é doutorado em Química pela Universidade Nova de Lisboa e professor auxiliar na Universidade do Algarve desde 2000. São ambos investigadores no Aquagroup do CCMAR, envolvidos em projetos de bem-estar, nutrição e qualidade do pescado.

Ligações internet relacionadas com o grupo de investigação

<https://www.ccmар.ualg.pt/group/aquaculture-research-group>

<http://welfish.com>

Ligações internet relacionadas com os cursos onde os autores lecionam

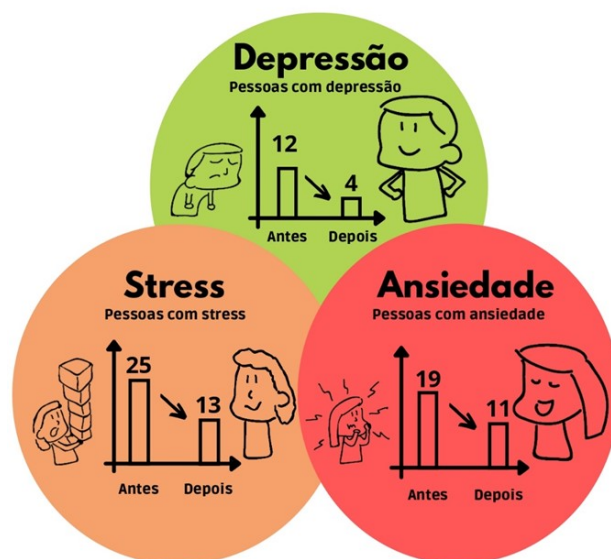
www.ualg.pt

Os nossos revisores

Os nossos revisores são alunos do 10º ano de escolaridade do Curso Científico- Humanístico de Ciência e Tecnologias da **Escola Secundaria Pinheiro e Rosa**, Faro. São eles: **Beatriz Romão, Bruno Gonçalves, Cátia Castro, Gustavo Lopes, Inês Mata, Jénifer Costa, João Mendes, José Bagagem, Julian Figueiredo, Margarida Jacob, Martim Neves, Matilde Cristina, Maxwell Duarte, Miguel Afonso, Pedro Dias, Sara Viegas e Laura Coelho**. A revisão foi orientada pela **Professora Ana Pinheiro**.



Efeitos de um programa breve de *Mindfulness* sobre a depressão, ansiedade e stress em universitários finalistas



**Reduziu significativamente ansiedade (34%),
depressão (53%) e stress (28%)***
*média dos participantes

Autores

Roberto Chiodelli¹, Luana Thereza Nesi de Mello¹, Saúl Neves de Jesus^{1,2}, Ilana Andretta³

Afiliações

¹ Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade do Algarve (UAlg)

² Centro de Investigação em Turismo, Sustentabilidade e Bem-estar (CinTurs)

³ Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Revisão

Escola: Colégio Internacional de Vilamoura

Alunos: Cíntia Dourado, Maria Freitas e Sofia Carvalho

SUMÁRIO — Os universitários finalistas sofrem diversas exigências quando estão a fazer a passagem da vida académica para a vida profissional. Essa pressão pode levar a um aumento dos sintomas psicológicos. O objetivo deste estudo foi identificar os possíveis efeitos de um programa breve baseado na atenção plena (*mindfulness*) sobre os níveis de depressão, ansiedade e stress em universitários do último ano de curso. O programa, que tem seis encontros semanais, contou com a presença de 34 finalistas. Foram aplicados, em cada universitário, testes antes e depois do programa. Os resultados revelaram redução significativa na ansiedade, depressão e stress. Concluiu-se que uma intervenção de *mindfulness* breve é capaz de promover a saúde mental em contextos académicos. **ABSTRACT** — *The college seniors suffer several demands when they are making the transition from academic to professional life. This pressure may lead to an increase in psychological symptoms. The aim of this study was to identify the possible effects of a brief program based on mindfulness on depression, anxiety and stress in university students in the last year of the course. The program, which has six weekly meetings, was attended by 34 students. Tests were applied to each university student before and after the program. The results revealed a significant reduction in anxiety, depression and stress. It was concluded that a brief mindfulness intervention is capable of promoting mental health in academic contexts.*

Glossário

Stress

é um estado em que a pessoa tem dificuldade em relaxar diante de uma situação que aconteceu ou está para acontecer. A pessoa tende a sentir-se agitada, irritável e impaciente

Mindfulness

é um estado mental em que nos concentramos nas experiências e sensações do presente. Neste estado, prestamos atenção ao aqui e agora com gentileza e curiosidade para poder escolher o nosso comportamento

Depressão

caracteriza-se por uma sensação persistente de tristeza e perda de interesse. Neste estado, a pessoa sente-se sem energia para fazer as atividades e é recomendado que ela procure uma ajuda profissional (psicólogo ou psiquiatra)

Ansiedade

é uma reação diante de uma situação não comum e desafiante. Sentimento de desconforto ou incômodo antes de um evento significativo

Redução significativa quando um resultado aponta uma redução estatisticamente relevante

A vida do estudante finalista no Ensino Superior está sujeita a diversas reações emocionais, constituindo-se num período de maior **stress**, nomeadamente porque se aproxima a transição para a vida profissional. A fim de proporcionar uma melhor gestão do stress aos universitários, a utilização de programas de apoio psicológico e emocional pode ser uma medida importante. De entre estes programas, aqueles baseados em **mindfulness** têm-se mostrado efetivos, simples de aplicar e com um custo-benefício favorável nos contextos universitários. Estar em estado de atenção plena (*Mindfulness*) significa estar aberto e atento ao momento presente - tanto ao que nós sentimos e pensamos, quanto ao que está fora de nós (a situação à nossa volta). O objetivo desta investigação foi identificar os possíveis efeitos de um programa breve baseado em *mindfulness* em relação aos níveis de **depressão**, **ansiedade** e stress de alunos universitários finalistas. Este programa contou com 34 alunos e teve seis encontros com frequência semanal, totalizando quatro horas.

Programa baseado em *Mindfulness*

Durante os 6 encontros em grupo, foram realizadas diferentes práticas de meditação, como comer com atenção plena, observar o corpo em movimento e a observação dos próprios pensamentos e sentimentos. Depois das práticas, os alunos eram convidados a partilhar suas impressões. O facilitador, além de auxiliar nas dúvidas e dificuldades sobre meditação, apresentou os princípios básicos de *mindfulness*: mente de principiante; não identificação com os pensamentos e emoções; aceitação; não-julgamento; “deixar ir”; auto-compaixão; “não-esforço”; e gratidão. Após cada sessão, era proposto que os alunos praticassem determinada meditação guiada (através do ficheiro de áudio enviado por e-mail), com duração de 10 minutos, uma vez ao dia. No encontro da semana seguinte, os participantes trocavam suas experiências sobre a prática.

Resultados

Ao avaliar as alterações dos sintomas antes e depois do programa, foi encontrada uma **redução significativa** nos sintomas de depressão, ansiedade e stress. Estes três indicadores de saúde mental apresentam cinco níveis: Normal, Leve, Moderado, Grave e Muito Grave. Ao analisar as médias antes e depois do programa, percebeu-se que a depressão permaneceu no nível “normal”, e os níveis de ansiedade e stress regrediram do “moderado” para o “normal”. Antes de iniciar o programa, 12 participantes apresentaram um nível de depressão mais elevado do que o “normal” e, ao finalizarem as 6 sessões, apenas 4 alunos indicaram nível de depressão acima do “normal”. Do mesmo

modo, este número reduziu em relação à ansiedade e ao stress (19 para 11 e 25 para 13, respetivamente).

Conclusões e implicações práticas

Esta investigação demonstrou que o programas adaptado de *mindfulness* foi uma ferramenta capaz de promover a saúde mental em contexto universitário. A redução de sintomas de depressão, ansiedade e stress é um preditor para uma melhoria na qualidade de vida dos participantes de tais intervenções. Sugere-se que futuras pesquisas utilizem **grupo controlo**, **follow-up** e que estudos mais detalhados sejam realizados associando o número de práticas com os resultados.

Grupo controlo em uma investigação é um grupo neutro analisado em paralelo ao grupo que recebe a intervenção

Follow-up acompanhamento realizado para avaliar como os resultados se comportaram com o passar do tempo



Artigo original

Chiodelli R, Mello LTN, Jesus SN and Andretta I. *Effects of a Brief Mindfulness-Based Intervention on Depression, Anxiety, and Stress in Senior Students*, *Trends in Psychology* (2020) 28, 529–545. <https://doi.org/10.1007/s43076-020-00034-2>

Biografia dos Autores

Roberto Chiodelli é Doutorando em Psicologia na UAlg, onde desenvolve a tese sobre o “Programa de Interculturalidade e Mindfulness”. Psicólogo no projeto SER Mental. <http://www.cienciavita.pt/pt/8114-6345-0409>

Luana Thereza Nesi de Mello é Doutoranda em Psicologia pela Universidade do Algarve, onde desenvolve como temática da tese o curso online “Competências para a Vida”. Psicóloga Júnior no Gabinete de Apoio à Inovação Pedagógica (GAIP) na UAlg. <https://www.cienciavita.pt/pt/0E15-0E5A-CBDC>

Saúl Neves de Jesus é Professor Catedrático, Diretor do Curso de Doutoramento em Psicologia e Vice-reitor para a Educação e Cultura da UAlg. Investigador do CinTurs. <https://www.cienciavita.pt/pt/9A12-2DA2-4C0F>

Ilana Andretta é Professora do Programa de Pós-Graduação em Psicologia na Universidade do Vale do Rio dos Sinos e coordenadora do grupo de investigação “Intervenções Cognitivo-Comportamentais: Estudo e Pesquisa (ICcep)”. <http://lattes.cnpq.br/8027292656441921>

Ligações internet relacionadas com o grupo de investigação

<https://www.cinturs.pt/site/index.php/research-consulting/research-areas/tourism-and-stakeholders-well-being>

<http://instagram.com/iccepunisinis>

Os nossos revisores

As nossas jovens revisoras/cientistas **Cíntia Dourado**, **Maria Freitas** e **Sofia Carvalho**, frequentam **Colégio Internacional de Vilamoura** e estão no 12º ano de escolaridade no Curso de Ciências e Tecnologias. Foram orientadas por **Hugo Oliveira**, Professor de Biologia e Geologia.



A última palavra é delas: “Nós, a Cíntia Dourado, a Maria Freitas e a Sofia Carvalho, somos alunas da turma do 12º ano de Biologia do Colégio Internacional de Vilamoura. Partilhamos o gosto pela Biologia e pela Psicologia, pelo que temos estado a desenvolver um projeto na área da saúde mental. No futuro, todas nós pensamos seguir algo no âmbito da saúde e da investigação e, por isso, sendo finalistas, agradecemos a oportunidade que nos foi dada ao contactar com o mundo universitário e com o trabalho dos investigadores.”

CURSOS TÉCNICOS
SUPERIORES PROFISSIONAIS

CTeSP

2021/23

 www.ualg.pt

Um mundo prático para o teu futuro

- **Construção Civil (ISE)**
- **Contabilidade (ESGHT)** *Regime noturno*
- **Desenho e Modelação Digital (ISE)**
- **Design e Tecnologias Multimédia (ESEC)**
- **Gestão de Animação Turística (ESGHT)** *Campus de Portimão*
- **Inovação e Qualidade Alimentar (ISE)**
- **Instalações Elétricas, Domótica e Automação (ISE)**
- **Marketing Digital (ESGHT)**
- **Secretariado Executivo (ESGHT)**
- **Segurança e Higiene Alimentar (ISE)**
- **Sistemas e Tecnologias de Informação (ISE/ESGHT)**
- **Tecnologia e Manutenção Automóvel (ISE)**
- **Tecnologias Informáticas (ISE)**

