

## REVIVING - REVISITAR REJEITADOS DE MINAS PARA INOVAR A BIOPROCESSAMENTO DE METAIS

## REVIVING - REVISITING MINE TAILINGS TO INNOVATE METALS BIOPROCESSMENT



### BIOMINERAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA O ACESSO AOS METAIS ESSENCIAIS À TECNOLOGIA



**Paula Vasconcelos Morais**  
Grupo de Microbiologia Ambiental, Departamento de Ciências da Vida,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra

As bactérias estão por toda parte, envolvidas em muitos processos que são indispensáveis para a nossa vida na Terra. Muitos desses processos têm a ver com a reciclagem de elementos químicos que estão aqui desde a formação do planeta.

A UC desenvolve investigação coordenada com a indústria no sentido do desenvolvimento de métodos e processos inovadores, alternativos, que utilizem microrganismos para a extração eficiente de metais a partir de fontes primárias – minas – ou fontes secundárias – resíduos.

Na Europa mais de 300 milhões de toneladas de resíduos da indústria extractiva e mineração são produzidos anualmente. No mundo, a demanda por metais, tem crescido devido à sua utilização nas tecnologias modernas, ecologicamente corretas, do tecido industrial europeu. Muitos setores económicos importantes, dependem de um fornecimento sustentável de matérias-primas específicas. A possibilidade da utilização destes resíduos como fontes secundárias de metais promove a reciclagem, minimiza os resíduos nocivos no ambiente e a sua dissipação, reduzindo os riscos.

No grupo de Microbiologia Ambiental da UC consideramos que os microrganismos, pela sua diversidade genética e metabólica, podem vir a constituir as ferramentas necessárias para uma nova estratégia de crescimento da Europa que transforme a União numa economia moderna, eficiente em termos de recursos, e mais competitiva.

No plano de ação do Acordo Verde Europeu , o crescimento económico tem de estar desacoplado do uso de recursos. É neste contexto que o projeto ERAMIN2 REVIVING, transnacional com a participação do CNRS (França) e NIRDBS (Roménia) e coordenado pela UC está a ser desenvolvido.

O projeto estuda a utilização de microrganismos capazes de lixiviari metais valiosos de resíduos inorgânicos, abordando o problema da devolução de resíduos ao ciclo produtivo e, desta forma, apoiando a transição da UE para uma economia circular. Se os resíduos forem recuperados e processados, estes podem ser considerados um recurso, em vez de “um bem a ser descartado”. Para atingir tal objetivo, um novo conceito de biolixiviação vai ser explorado. Este novo conceito consiste na manipulação do microbioma dos resíduos (conjunto de todos microrganismos que residem nos resíduos) e hidrometalurgia com aplicação de pressão negativa. O projeto vai compreender os processos metabólicos subjacentes à biolixiviação usando as novas técnicas moleculares “Next -Generation Sequencing”, e vai estudar a libertação de metal após o bioprocessamento, usando a pressão negativa como estratégia inovadora em hidrologia / extração de metal e como forma de ultrapassar a heterogeneidade do (s) material (is) de fase sólida.

Por fim, num conceito de “One Health”, podemos dizer que a saúde do planeta é também a nossa saúde. Assim, a valorização dos resíduos pela recuperação dos metais vai resolver problemas ambientais, vai contribuir para garantir o abastecimento sustentável das matérias-primas na Europa, devolvendo os solos e os espaços à agricultura e à população.

A vida no planeta está em última análise dependente das atividades dos microrganismos.

**VISITE A PÁGINA DO PROJECTO | VISIT THE PROJECT WEBPAGE**

[www.clustermineralresources.pt/reviving](http://www.clustermineralresources.pt/reviving)

# BIOMINERALISATION AS A SOLUTION FOR ACCESS TO METALS ESSENTIAL TO TECHNOLOGY



Paula Vasconcelos Morais

Environmental Microbiology Group, Department of Life Sciences, Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra

Bacteria are everywhere, involved in many processes that are indispensable for our life on Earth. Many of these processes have to do with recycling chemical elements that have been here since the planet was formed.

UC undertakes coordinated research alongside the industry to develop innovative and alternative methods as well as processes that use micro-organisms for the efficient extraction of metals from primary sources - mines - or secondary sources - waste.

In Europe, over 300 million tonnes of mining and extractive industry waste is produced annually. Worldwide, the demand for metals has grown due to their use in modern, environmentally friendly technologies in Europe's industrial fabric. Many key economic sectors rely on a sustainable supply of specific raw materials. The possibility of using these wastes as secondary sources of metals promotes recycling, minimizes harmful residues in the environment and their dissipation, reducing risks.

In the Environmental Microbiology group of the UC, we believe that microorganisms, due to their genetic and metabolic diversity, may become the tools for a new European growth strategy that transforms the EU into a modern, resource-efficient, and more competitive economy.

In the action plan of the European Green Deal, economic growth must be decoupled from resource use. It is in this context that the ERAMIN2 REVIVING project, transnational with the participation of CNRS (France) and NIRDBS (Romania) and coordinated by the UC is being developed.

The project studies the use of microorganisms capable of leaching valuable metals from inorganic waste, addressing the problem of returning waste to the production cycle and thus supporting the EU's transition to a circular economy. If waste is recovered and processed, it can be considered a resource, rather than "a commodity to be discarded". To achieve such a goal, a new concept of biolixiviation is going to be explored. This new concept consists of the manipulation of the waste microbiome (set of all microorganisms residing in the waste) and hydrometallurgy with the application of negative pressure. The project will gain an understanding of the metabolic processes underlying biolixiviation using new molecular "Next -Generation Sequencing" techniques and will study metal release after bioprocessing, using negative pressure as an innovative strategy in hydrometallurgy/metal extraction and as a way to overcome the heterogeneity of the solid phase material(s).

Finally, in a "One Health" concept, we can say that the health of the planet is also our health. Thus, the recovery of waste by means of metal recovery will solve environmental problems, will contribute to guaranteeing the sustainable supply of raw materials in Europe, returning the soil and space to agriculture and the community.

**Life on the planet is ultimately dependent on the activities of micro-organisms.**



**VISITE A PÁGINA DO PROJECTO | VISIT THE PROJECT WEBPAGE**

[www.clustermineralresources.pt/reviving](http://www.clustermineralresources.pt/reviving)



Declaração de Alina Butu - NIRDBS  
Statement by Alina Butu - NIRDBS



Para satisfazer a crescente procura global de matérias-primas, a disponibilidade dos recursos primários representados pelos resíduos da indústria mineira continua a ser uma necessidade. Os depósitos de rejeitos na Roménia são de grande volume e compostos por um material finamente moído produzido pelas instalações de processamento de minério que têm quantidades interessantes em metais críticos e/ou metais de alta tecnologia que foram descartados na altura devido à baixa eficiência da tecnologia disponível.

O projeto REVIVING concentra-se nos rejeitos e resíduos mineiros, reconsiderando-os como uma reserva mineral. A intervenção conduzirá a uma maior eficiência dos recursos através da reciclagem dos resíduos mineiros, cobrindo todo o ciclo de produção. A reconexão de matérias-primas e do potencial das áreas mineiras à sociedade será também visada.

O Reviving contribui para:

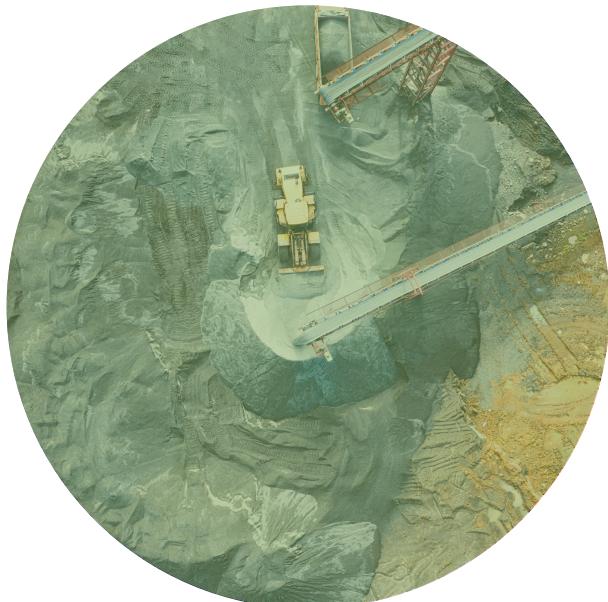
- O Acordo Verde Europeu, que é o plano e roteiro da Comissão Europeia para fazer da Europa o primeiro continente neutro em termos climáticos até 2050, com uma economia sustentável. Alcançar este objectivo em 2050 requer acção em todos os setores da economia, incluindo investir em tecnologias verdes e apoiar a indústria a inovar;
- A nova Estratégia Industrial da UE, segundo a qual o plano de ação para as matérias-primas críticas deve incluir o desenvolvimento de um ecossistema integrado para toda a gama de materiais, metais e minerais necessários para a transição industrial.

To meet the growing global demand for raw materials, the availability of primary resources represented by waste from the mining industry remains a necessity. The tailings deposits in Romania are of large volume composed of a finely ground material produced by the ore processing plants which have interesting amounts in critical metals and/or high-tech metals that were discarded at that time due to the low efficiency of the available technology.

The REVIVING project focuses on tailings and mining waste, reconsidering it as a mineral reserve. The intervention will lead to increased efficiency of resources by recycling mining waste covering the entire production cycle. Reconnecting raw materials and the potential of mining areas to society will also be targeted.

This project contributes to:

- The European Green Deal, which is the European Commission's plan and roadmap to make Europe the first climate-neutral continent by 2050, with a sustainable economy. Achieving this goal in 2050 requires action in all sectors of the economy, including investing in green technologies and supporting industry to innovate;
- The new EU Industrial Strategy, according to which the action plan for critical raw materials should include the development of an integrated ecosystem for the full range of materials, metals, and minerals needed for the industrial transition.





**Paula V. Morais.** “Uptaking sustainability: from research to reality”. SUMEX Clustering Workshop. 15 June 2021. Online. (apresentação oral)

O foco da apresentação foi a exposição do projeto e dos seus principais objetivos, com especial ênfase na descrição de como o Projeto Reviving pode contribuir para a redução dos impactos ambientais e sociais.

O SUMEX é um projeto financiado pela Comissão Europeia, que teve início no dia 1 de Novembro de 2020. O projeto visa estabelecer um quadro de sustentabilidade para a indústria extractiva na Europa, com o envolvimento de intervenientes da sociedade civil, do meio académico, da indústria e do governo provenientes de diferentes quadrantes da UE.

**Paula V. Morais.** “Uptaking sustainability: from research to reality”. SUMEX Clustering Workshop. 15 June 2021. Online. (oral presentation)

The focus of the presentation was the exposition of the project and its main objectives, with special emphasis on the description of how Reviving can contribute to the reduction of environmental and social impacts.

SUMEX is a project funded by the European Commission that started on 1 November 2020. The project aims to establish a sustainability framework for the extractive industry in Europe, with the involvement of stakeholders from civil society, academia, industry, and government backgrounds from all across the EU.



Pedro Farias, Paula V Morais. "Bioleaching of mining residues using highly resistant bacterial strains". Circular Economy: Make It Happen. 2021. Online. (apresentação oral).

Os escassos metais críticos estão em alta procura devido ao crescimento dos setores tecnológicos. Isto está exercer pressão no sentido de uma mineração cada vez mais extensiva e na exploração de fontes alternativas. A recuperação de metais a partir de resíduos mineiros não é muitas vezes rentável devido às metodologias tradicionais de mineração e requere soluções alternativas, tais como o bioleaching. Este método pode ultrapassar os problemas associados aos escoamentos e lixiviados mineiros enquanto se recupera selectivamente metais de alto valor.

O principal objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade das estirpes bacterianas dos rejeitos mineiros aos resíduos mineiros de lixiviados enriquecidos em metais de alto valor.

Foram realizados ensaios de biolixiviação utilizando *Bacillus sp. 5W24* e *Diaphorobacter sp. B2A2W2*. Estas estirpes são mesofílicas e altamente resistentes a muitos metais tóxicos conhecidos. Estes foram inoculados durante 15 dias à temperatura ambiente, aerobicamente, com variações no pH inicial e densidade de polpa dos 2 diferentes resíduos mineiros testados (sedimento 1 e 2). Cada bactéria é eficaz, em condições específicas, para lixiviar diferentes elementos. *Bacillus sp. 5W24* remove eficazmente Cr, Pt e Rh do sedimento 1 e Au e Te do sedimento 2. *Diaphorobacter sp. B2A2W2* é mais eficaz na lixiviação de Rh, Co, Zn e Ga do sedimento 1 e Au, Re e Ge do sedimento 2. De qualquer dos sedimentos a condição de teste com melhores rendimentos de lixiviação foi utilizando a estirpe *B2A2W2* com um pH inicial de 8,5, uma média de 28 elementos foram aumentados no lixiviado.

A análise de fluorescência de raios X de cada sedimento, pós lixiviação, confirma a biolixiviação eficaz de ambas as estirpes contra os controlos abióticos. A biolixiviação é uma alternativa viável para a recuperação de metais e outros elementos de interesse do material mineiro descartado. Embora empunhando baixas quantidades de metais, isto pode ser conseguido em condições mesófilas por bactérias ambientais, numa abordagem sustentável que acrescenta às metodologias existentes.

Pedro Farias, Paula V Morais. "Bioleaching of mining residues using highly resistant bacterial strains". Circular Economy: Make It Happen. 2021. Online. (oral presentation).

Scarce critical metals are in high demand due to the growing tech sectors. This is pushing for ever more extensive mining and for exploitation of alternative sources. Recovering of metals from mining residues is not often cost effective by traditional mining methodologies and require alternative solutions such as bioleaching. This method can gap the problems associated with mining runoffs and leachates while retrieving selectively high value metals.

The main objective of this work is to evaluate the ability of bacterial strains from mine tailings to leachate mining residues enriched in high value metals. Bioleaching assays were conducted using *Bacillus sp. 5W24* and *Diaphorobacter sp. B2A2W2*. These strains are mesophilic and highly resistant to many known toxic metals. These were inoculated for 15 days at room temperature, aerobically, with variations in initial pH and pulp density of the 2 different mining residues tested (sediment 1 and 2). Each bacterium is effective, under specific conditions, to leachate different elements. *Bacillus sp. 5W24* effectively removes Cr, Pt and Rh from sediment 1 and Au and Te from sediment 2. *Diaphorobacter sp. B2A2W2* is more effective in leaching Rh, Co, Zn and Ga from sediment 1 and Au, Re and Ge from sediment 2. From either sediment the test condition with better leaching yields was using strain *B2A2W2* with an initial pH of 8.5, an average of 28 elements were increased in the leachate.

X-ray fluorescence analysis of each sediment, post leaching, confirms effective bioleaching of both strains against abiotic controls. Bioleaching is a viable alternative for the recovery of metals and other elements of interest from discarded mining material. Though yielding low amounts of metals, this can be achieved in mesophilic conditions by environmental bacteria in a sustainable approach that add on existing methodologies.





Pedro Farias, Romeu Francisco, Paula V. Morais. "Potential of tellurite resistance in heterotrophic bacteria from mining environments". *Applied Microbiology and Biotechnology*. (Submitted).

O telúrio é um metalóide com crescente importância económica, mas ainda não foi totalmente compreendido em termos da sua interacção com organismos vivos. Os resíduos mineiros não tratados e a eliminação inadequada de dispositivos de alta tecnologia geram um aumento ambiental da presença de metalóides biodisponíveis, que se tornam uma fonte de contaminação ambiental, exercendo stress sobre as populações microbianas autóctones. Por outro lado, esta pressão selectiva pode ser vista como uma oportunidade para estudar a adaptação dos microrganismos à presença de concentrações crescentes de metalóides, como o Te, e utilizar este conhecimento para resolver problemas contemporâneos. Este estudo é relevante para determinar a capacidade das bactérias heterotróficas aeróbias, isoladas de resíduos mineiros com elevado teor de metal, para resistir e reduzir Te (IV) e também para avaliar a formação de Te metálico por redução. Finalmente, para determinar se existe algum determinante genético conhecido da resistência Te (IV) em estirpes resistentes.



Pedro Farias, Romeu Francisco, Paula V. Morais. "Potential of tellurite resistance in heterotrophic bacteria from mining environments". *Applied Microbiology and Biotechnology* (Submitted).

Tellurium is a metalloid with raising economic importance but remains to be fully understood in terms of its interaction with living organisms. The untreated mining wastes and the improper disposal of high-tech devices generate an environmental increased presence of bioavailable metalloids, which become a source of environmental contamination, exerting stress on autochthonous microbial populations. On the other hand, this selective pressure can be viewed as an opportunity to study microorganism adaptation to the presence of increasing concentrations of metalloids, such as Te, and use this knowledge to solve contemporary problems. This study is relevant to determine the ability of aerobic heterotrophic bacteria, isolated from high metal content mining residues, to resist and reduce Te (IV) and to evaluate the formation of metallic Te by reduction. Finally, to determine if there are any known Te (IV) resistance genetic determinants in resistant strains.



Joana B. Caldeira, Ana Paula Chung, Ana P. Piedade, Paula V. Morais, Rita Branco. "A DedA Family Membrane Protein in Indium Extrusion in *Rhodanobacter* sp. B2A1Ga4". *Frontiers in Microbiology* (artigo científico publicado).

O índio (In) é um metal crítico amplamente utilizado em equipamentos electrónicos e o fornecimento deste metal precioso é um grande desafio para o desenvolvimento sustentável. A utilização de microrganismos para a recuperação deste elemento crítico de alta tecnologia tem sido considerada uma excelente estratégia ecológica. A estirpe *Rhodanobacter* sp. B2A1Ga4, altamente resistente ao In, foi estudada a fim de revelar os mecanismos bacterianos estreitamente ligados à capacidade de lidar com este metal. A mutação do gene codificador de um homólogo da proteína DedA, YqaA, afetou drasticamente a resistência In e a atividade metabólica celular da estirpe *Rhodanobacter* sp. B2A1Ga4 na presença deste metal. Isto indica o importante papel que esta proteína desempenha na resistência do seu fenótipo In. O impacto negativo de In pode estar relacionado com a elevada acumulação do metal nas células mutantes que mostram uma concentração de In até aproximadamente 4-vezes superior à da estirpe nativa. Além do mais, a expressão do gene yqaA neste mutante reverteu o fenótipo bacteriano com uma diminuição significativa dos níveis de acumulação In nas células e um aumento da resistência In. As medições do potencial de membrana mostraram valores semelhantes para as células nativas e mutantes, sugerindo que não houve perda de força próton-motiva nas células mutantes. Os resultados deste estudo sugerem um papel potencial desta proteína da família DedA como um transportador de membrana envolvido no processo In Efflux. A estirpe mutante tem também potencial para ser utilizada como bioferramenta em estratégias de bioacumulação, para a recuperação da In em atividades de bioindústria.

Joana B. Caldeira, Ana Paula Chung, Ana P. Piedade, Paula V. Morais, Rita Branco. "A DedA Family Membrane Protein in Indium Extrusion in *Rhodanobacter* sp. B2A1Ga4". *Frontiers in Microbiology* (scientific paper In press).

Indium (In) is a critical metal widely used in electronic equipment's and the supply of this precious metal is a major challenge for sustainable development. The use of microorganisms for the recovery of this critical high-tech element has been considered an excellent eco-friendly strategy. The *Rhodanobacter* sp. B2A1Ga4 strain, highly resistant to In, was studied in order to disclose the bacterial mechanisms closely linked to the ability to cope with this metal. The mutation of the gene encoding for a DedA protein homolog, YqaA, affected drastically the In resistance and the cellular metabolic activity of strain *Rhodanobacter* sp. B2A1Ga4 in presence of this metal. This indicates that this protein plays an important role in its In resistance phenotype. The negative impact of In might be related to the high accumulation of the metal into the mutant cells that showing In concentration up to approximately 4- fold higher than the native strain. Additionally, the expression of the yqaA gene in this mutant reverted the bacterial phenotype with a significant decrease of In accumulation levels into the cells and an increase of In resistance. Membrane potential measurements showed similar values for native and mutant cells, suggesting that there was no loss of proton-motive force in the mutant cells. The results from this study suggest a potential role of this DedA family protein as a membrane transporter involved in the In efflux process. The mutant strain also has the potential to be used as a biotool in bioaccumulation strategies, for the recovery of In in biomining activities.





Ana Paula Chung, Romeu Francisco, Paula V. Morais, Rita Branco. "Gallium mobilization by Autochthonous Bacteria from Different Portuguese Mines". CEMMPRE meeting 2021. University of Coimbra, Coimbra, Portugal. Event organized by CEMMPRE, 16 July 2021. (apresentação de poster)

O gálio é utilizado no fabrico de vários componentes microelectrónicos contendo arsenieto de gálio (GaAs) ou nitreto de gálio (GaN). A elevada procura atual deste Metal Crítico Europeu de alta tecnologia, impulsiona o desenvolvimento de processos eficazes de recuperação de gálio a partir de soluções de baixa concentração ou material de reciclagem. Este estudo visava identificar isolados bacterianos heterotróficos de três minas portuguesas diferentes (Panasqueira, Urgeiriça e Jales) capazes de lixivar gálio de GaAs e sais de GaN. As estirpes bacterianas foram inoculadas em meios contendo GaAs ou GaN e os ensaios de lixiviação foram realizados durante 21 dias. O gálio foi quantificado espectrofotometricamente através de uma modificação do método bromopyrogallool red (BPR) (Huang et al., 1997), optimizado para o gálio. Cinco isolados mostraram uma elevada capacidade de lixivar gálio tanto de GaAs como de sais de GaN. Foi obtida uma maior eficiência para GaAs com 29-56% de gálio lixiviado. Para o GaN, a percentagem de gálio lixiviado variou entre 24-40%. O meio utilizado sem células, recolhido da fase estacionária e estacionária tardia, foi também eficiente na lixiviação do gálio (14-49%). Os sideróforos do tipo catecol foram identificados e quantificados no meio gasto de duas das estirpes, numa concentração de 30  $\mu$ M. As estirpes bacterianas provavelmente utilizam diferentes estratégias metabólicas para lixivar e mobilizar Ga. A presença de sideróforos do tipo catecol que mostraram ser agentes quelantes de Ga, pode estar envolvida na lixiviação biológica do gálio.

Ana Paula Chung, Romeu Francisco, Paula V. Morais, Rita Branco. "Gallium mobilization by Autochthonous Bacteria from Different Portuguese Mines". CEMMPRE meeting 2021. University of Coimbra, Coimbra, Portugal. Event organized by CEMMPRE, 16 July 2021. (poster presentation)

Gallium is used in the manufacture of several microelectronic components containing either gallium arsenide (GaAs) or gallium nitride (GaN). The current high demand for this high tech European Critical Metal, urge the development of effective recovery processes of gallium from low concentrated solutions or recycling material. This study aimed to identify heterotrophic bacterial isolates from three different Portuguese mines (Panasqueira, Urgeiriça and Jales) able to leach gallium from GaAs and GaN salts. Bacterial strains were inoculated in media containing GaAs or GaN and the leaching assays were performed for 21 days. Gallium was quantified spectrophotometrically by a modification of the bromopyrogallool red (BPR) method (Huang et al., 1997), optimized for gallium. Five isolates showed a high ability to leach gallium from both GaAs and GaN salts. Higher efficiency was obtained for GaAs with 29-56% of gallium leached. For GaN, the percentage of gallium leached ranged between 24-40%. The cell-free spent medium, collected from the stationary and late stationary phase, was also efficient in leaching gallium (14-49%). Catechol-type siderophores were identified and quantified in the spent medium of two of the strains in a concentration of 30  $\mu$ M. Bacterial strains probably use different metabolic strategies to leach and mobilize Ga. The presence of catechol-type siderophores that showed to be Ga chelating agents, might be involved in bioleaching of gallium.





Carina Coimbra, Rita Branco, Paula V. Morais. "Yttrium removal by alpha-proteobacteria". CEMMPRE Meeting 2021. University of Coimbra, Coimbra, Portugal. Event organized by CEMMPRE, 16 July 2021. (apresentação de poster)

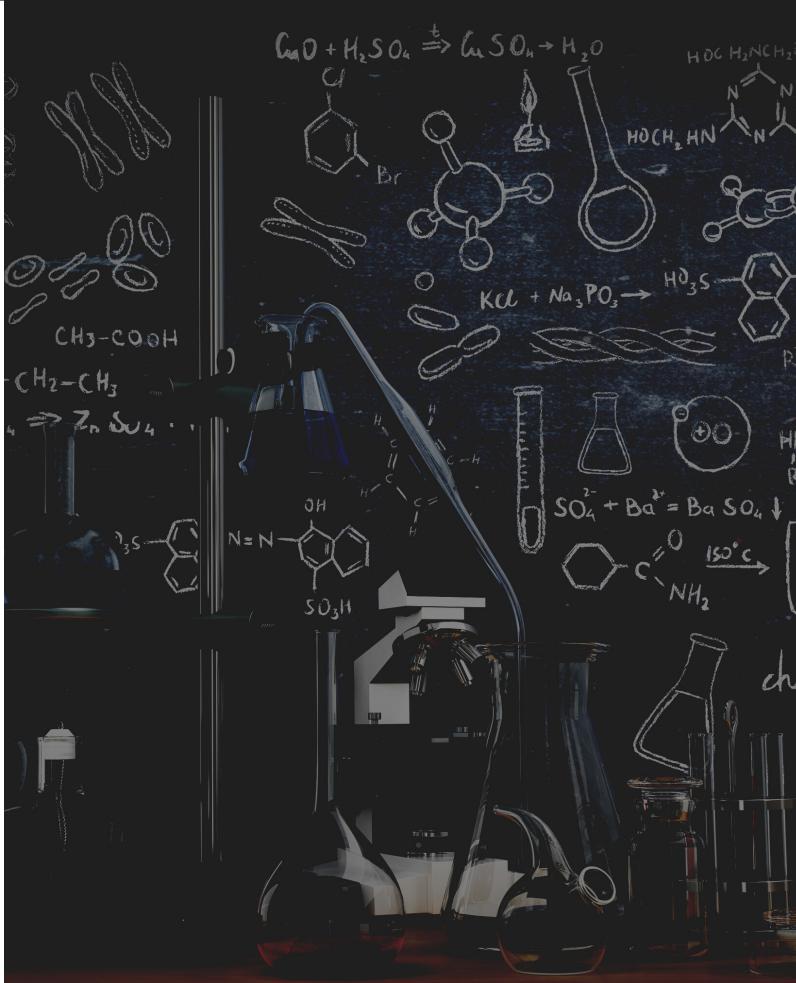
Carina Coimbra, Rita Branco, Paula V. Morais. "Yttrium removal by alpha-proteobacteria". Ciência Viva. 28- 30 June 2021. Lisboa, Portugal. (apresentação de poster)

O ítrio (Y) é um elemento metálico pertencente ao grupo dos elementos de terras raras (REE) que tem uma importância industrial e económica considerável devido às suas propriedades únicas como luminescência, magnetismo e força. Face à sua grande aplicação em várias áreas, Y é considerado um elemento crítico, uma vez que a oferta não pode satisfazer a procura crescente num futuro próximo. Embora Y seja considerado como não essencial para os organismos vivos, o seu papel como elemento essencial ou tóxico não é bem caracterizado, assim como a interacção entre os organismos Y também não é completamente elucidada. No presente estudo, a interacção entre bactérias e metais foi explorada utilizando uma vasta colecção bacteriana da Colecção de Cultura Bacteriana da Universidade de Coimbra (UCBCC), isolada de diferentes ambientes contaminados com metais, em termos da sua resistência ao Y. As estirpes seleccionadas foram também testadas quanto à sua capacidade de acumulação em Y, bem como para estudar a distribuição subcelular do respectivo metal em bactérias. Com isto, o principal objectivo deste trabalho foi seleccionar a estirpe bacteriana capaz de resistir a elevadas concentrações de Y e de acumular a maior quantidade de Y nas células.

Carina Coimbra, Rita Branco, Paula V. Morais. "Yttrium removal by alpha-proteobacteria". CEMMPRE Meeting 2021. University of Coimbra, Coimbra, Portugal. Event organized by CEMMPRE, 16 July 2021. (poster presentation)

Carina Coimbra, Rita Branco, Paula V. Morais. "Yttrium removal by alpha-proteobacteria". Ciência Viva. 28- 30 June 2021. Lisboa, Portugal. (poster presentation)

Yttrium (Y) is a metallic element belonging to the group of rare earth elements (REE) that has considerable industrial and economic importance due to its unique properties as luminescence, magnetism and strength. Face on its large application in several areas, Y is considered a critical element since the supply cannot meet the growing demand in the near future. Although Y is considered as non-essential for living organisms, its role as an essential or toxic element is not well characterized, as well as the Y-organism interaction is also not completely elucidated. In the present study, bacteria-metal interaction was explored using a vast bacterial collection from the University of Coimbra Bacterial Culture Collection (UCBCC), isolated from different environments contaminated with metals, in terms of their resistance to Y. The selected strains were also tested for their Y-accumulation capability as well as to study the subcellular distribution of the respective metal in bacteria. With this, the main objective of this work was to select the bacterial strain able to resist to high concentrations of Y and to accumulate the highest amount of Y in cells.

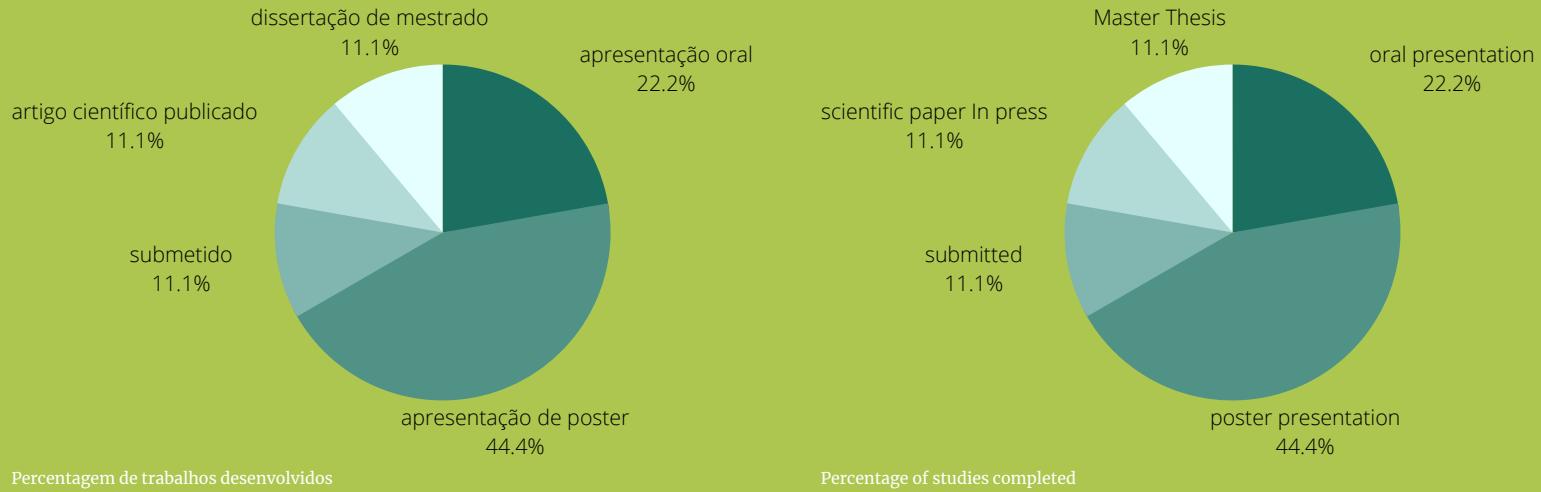


## Outros trabalhos relevantes desenvolvidos | Other relevant work completed

Gaspard Boujut. Study of the bioleaching of mining waste by bacterial applications. A multidisciplinary approach in bioreactors. Master Thesis. Master "Process Engineering for the Environment of the University Grenoble Alpes. 02 to 07-2021. Supervised by J. Martins, L. Oxarango and L. Spadini. Defended on July 6th 2021.

Joana B. Caldeira, Ana Paula Chung, Paula V. Morais, Rita Branco. "Enhanced Indium Bioaccumulation in a Rhodanobacter sp. B2A1Ga<sub>4</sub> mutant strain". CEMMPRE Meeting 2021, 16 July 2021. University of Coimbra, Coimbra, Portugal. Event organized by CEMMPRE, 16 July 2021. (poster presentation)

### Esforços coletivos | Collective efforts



### CONHEÇA A NOSSA EQUIPA MEET OUR TEAM



• U  
C •

Centro de Engenharia Mecânica  
Materiais e Processos  
**CEMMPRE**  
Centre for Mechanical Engineering  
Materials and Processes  
UC | UP | UTAD



**BERALT**  
TIN & WOLFRAM

CLUSTER PORTUGAL  
MINERAL RESOURCES



**CUPRUMIN**



**Dkmcontrol**

REVIVING



RAW MATERIALS FOR THE  
SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND THE  
CIRCULAR ECONOMY



**FCT** Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia