

Soluções para muitos dos problemas ambientais contemporâneos podem estar no

MICROBIOMA VEGETAL

Solutions to many contemporary environmental issues may lie within

PLANT MICROBIOME

O texto a seguir é uma publicação da revista bilíngue Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba, para fins de divulgação científica.

The following story is part of the bilingual magazine Science @ Uniso, published by the University of Sorocaba, for the purpose of scientific outreach.

*Acesse aqui a edição completa/
Follow the link to access
the full magazine:*



Por/By: Guilherme Profeta
Fotos/Photos: Fernando Rezende

Imagine que você é um biólogo explorando uma floresta cheia de vida. Diante de tamanha diversidade, isolar as partes do todo — para catalogar, por exemplo, a maior quantidade possível de formas de vida — é um passo crucial para se fazer ciência. Contudo, desde meados da década de 1930, quando surgiu o conceito de ecossistema, sabe-se que simplesmente descrever e catalogar cada ser vivo isoladamente não é suficiente para compreender a rede de relações complexas que mantém a natureza funcionando. É preciso muito mais do que isso e, como não poderia deixar de ser, a compreensão da complexidade das inter-relações entre formas de vidas em contextos ecológicos vem ganhando, desde então, a atenção dos cientistas. A partir da virada do século, esse tipo de pesquisa ganhou ainda mais fôlego com o surgimento de novas ciências como a genômica (o estudo dos genomas completos dos organismos) e, a partir dela, outras **CIÊNCIAS “ÔMICAS”** — a transcriptômica, a proteômica e a metabolômica —, que contribuem para o que se chama de biologia de sistemas.

A ideia da biologia de sistemas é compreender como os sistemas biológicos funcionam em vários níveis — tanto dentro dos organismos (seus genes, suas moléculas funcionais, seus tecidos, seus metabolismos etc.) quanto fora deles, incluindo as interações entre todos os organismos que compõem um mesmo sistema —, e sem pensar nesses níveis de forma isolada. Assim, a abordagem da biologia de sistemas começa no sequenciamento dos genomas, mas não para por aí: ela passa pelo entendimento das moléculas biológicas que ocorrem num dado ser vivo (como as proteínas), bem como pela interação entre as diferentes moléculas (interatoma), e pela formação das partes que compõem um organismo, até chegar ao ecossistema como um todo — compreendido como o resultado da soma de todos esses organismos, formados por seus próprios processos metabólicos complexos e suas interações.

Nesse longo processo de compreensão dos ecossistemas, olhar somente para as partes macroscópicas pode ser uma grande tentação, mas,

Imagine you are a biologist exploring a forest full of life. Faced with such diversity, isolating its parts—in order to catalog as many forms of life as possible—is a crucial step when it comes to doing science. However, since the mid-1930s, when the concept of ecosystem emerged, it has been known that simply describing and cataloging each isolated living being does not provide enough information to understand the network of complex relationships that keep nature functioning. One needs much more than that. Therefore, understanding the complexity of interrelationships between different forms of life in ecological contexts has gained the attention of scientists ever since. From the turn of the century onwards, this type of research gained even more momentum with the emergence of new sciences such as genomics (the study of the complete genomes of organisms), and, from there, other **“OMIC” SCIENCES**—transcriptomics, proteomics, and metabolomics—, which contribute to what is called systems biology.

The goal behind systems biology is to understand how biological systems work at various levels—both inside organisms (their genes, their functional molecules, their tissues, their metabolisms, and so on) and outside them, including the interactions between all the organisms that ultimately comprise the same system—, without thinking about these levels in isolation. Thus, the approach of systems biology begins with genome sequencing, but does not stop there: it involves understanding the biological molecules that occur in a given living being (such as proteins), as well as the interactions between different molecules (interactome), and the configuration of the parts that make up an organism, until reaching the level of the ecosystem as a whole—which is understood as the result of the sum of all these organisms, formed by their own complex metabolic processes and interactions.

In this long process of getting to understand how ecosystems work, one might find it tempting to look only at the macroscopic parts, but

PARA SABER MAIS: A GENÔMICA E A ABORDAGEM MULTIÔMICA

Genômica é o nome dado à ciência que estuda o genoma dos organismos, ou seja, suas sequências completas de DNA (como cada organismo está configurado geneticamente, ou, em outras palavras, as “receitas” completas para se fazer um novo indivíduo daquela mesma espécie). Surgida na virada do século XXI, com o mapeamento do genoma humano, a genômica foi a primeira ciência “ômica” — seguida por outras que se propunham a estudar outras moléculas biológicas em conjunto, além do próprio DNA (como os conjuntos de proteínas em ação nos organismos, por exemplo). Quando são combinadas diferentes ciências ômicas, tem-se o que se chama de abordagem **multiômica**, um tipo de estudo sistêmico, que considera as partes de um todo funcionando em conjunto, podendo gerar uma quantidade imensa de dados sobre a interação de organismos.

TO KNOW BETTER: GENOMICS AND THE APPROACH OF MULTIOMICS

Genomics is the science that studies the genome of organisms, that is, their complete DNA sequences (or the genetic configuration of each organism). In other words, it comprises the complete “recipe” for making a new individual of a given species. It first came to light at the turn of the 21st century, with the mapping of the human genome, which made genomics the first “omic” science. Later on, it was followed by other emerging fields designed to study other sets of biological molecules, in addition to the DNA (such as sets of proteins in action within the organisms, for example). When different omic sciences are combined, there is what is called **multioomics**, a type of systemic study which considers the numerous parts of a complete unit working together, and can generate an immense amount of data on the interaction of organisms.

conforme reforça a professora doutora Manuella Nóbrega Dourado, dos cursos de Engenharia Agrônoma e Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade de Sorocaba (Uniso), além de outros cursos de graduação da Universidade, e também colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais, a biodiversidade não termina onde os olhos humanos alcançam. Muito pelo contrário: seja na superfície de uma folha, ou no solo entre as raízes de uma árvore, ou mesmo nos espaços entre as células que compõem uma planta, existe um mundo invisível de criaturas diminutas — bactérias, fungos, vírus etc. — que também são parte fundamental dos ecossistemas e podem ajudar a humanidade a solucionar inúmeros problemas contemporâneos.

biodiversity does not end where human eyes can reach, as stated by professor Manuella Nóbrega Dourado, a faculty member at some of Uniso’s undergraduate programs, such as Agricultural Engineering, and Bioprocess Engineering and Biotechnology, besides being a collaborating professor for the university’s graduate program in Technological and Environmental Processes. Actually, it is quite the opposite: whether on the surface of a leaf, or in the soil between the roots of a tree, or even in the empty spaces between the cells that make up a plant, there is an invisible world of tiny creatures—bacteria, fungi, viruses, among others—which are also a fundamental part of ecosystems, and can help humanity solve countless problems of the contemporary world.



O foco das pesquisas da professora doutora Manuella N. Dourado está nos microrganismos que habitam a filosfera, ou, em outras palavras, a superfície e o interior dos tecidos vegetais

The focus of the research conducted by professor Manuella N. Dourado lies on the microorganisms that inhabit the phyllosphere, or, in other words, the surface of plant tissues, as well as their interior

POTENCIAL DE EXPLORAÇÃO DO MICROBIOMA VEGETAL

Junto a outros pesquisadores, de várias universidades espalhadas pelo Brasil, Dourado foi uma das autoras de um livro voltado a explorar o potencial da biodiversidade brasileira no campo da biotecnologia. O foco de sua equipe, que assinou o primeiro capítulo, esteve justamente no microbioma vegetal, aqueles microrganismos que habitam a filosfera, ou seja, a superfície dos tecidos vegetais, ou o interior desses tecidos, interagindo

POTENTIAL APPLICATIONS FOR PLANT MICROBIOME

Along with other researchers from several universities throughout Brazil, Dourado was one of the authors of a book aimed at exploring the potential of Brazilian biodiversity in the field of biotechnology. The focus of her team, in charge of the first chapter, was precisely on the plant microbiome, those microorganisms that inhabit the phyllosphere, that is, the surface of plant tissues, or

com as plantas e não raro causando-lhes benefícios como a proteção contra doenças ou o aumento na absorção de nutrientes.

“O Brasil é um celeiro mundial em se tratando de biodiversidade. Esta biodiversidade, ainda em grande parte desconhecida, é uma fonte inestimável de microrganismos, genes e enzimas para aplicações biotecnológicas”, destacam os autores, no capítulo. No caso específico de Dourado, a pesquisa que ela desenvolve na Uniso está voltada à seleção de bactérias promotoras de crescimento em plantas, uma das possíveis aplicações biotecnológicas mencionadas no livro.

“O que fazemos”, ela explica, “é pegar uma amostra da planta (geralmente da raiz ou da folha), isolar os microrganismos presentes nessa amostra e depois testá-los para verificar se eles são capazes de promover o crescimento em diferentes plantas. Isso já foi feito com tomate, milho, soja e outras espécies. A ideia é primeiramente selecionar alguns dos microrganismos que promovem o crescimento vegetal e, em seguida, compreender os mecanismos envolvidos (se é por meio de algum hormônio ou pela disponibilização de nutrientes, por exemplo), testando também a melhor forma de aplicação desses microrganismos na planta, contribuindo para o desenvolvimento de produtos biológicos utilizados na agricultura”.

Isso serve, segundo a pesquisadora, para tornar possível uma agricultura mais sustentável, que faça uso de menos insumos e gere menos contaminação ambiental, por meio do cultivo de plantas mais produtivas devido à interação com outras formas de vida presentes no solo. “Hoje há vários trabalhos mostrando que a biologia do solo impacta a produtividade das plantas, o que significa que, se você tiver um solo com uma grande diversidade de microrganismos, cada um com uma função e se complementando mutuamente, é provável que tenha a sua produtividade aumentada. Além disso, como já foi comentado, os microrganismos interagem entre si; como mecanismo de defesa, um microrganismo é capaz de inibir o crescimento de outro, então, mesmo que você tenha um patógeno

the interior of these tissues, thus interacting with plants and often providing them with benefits such as protection against disease, or increased nutrient absorption.

“Brazil is swarming with biodiversity. It is still largely unknown, and it represents an invaluable source of microorganisms, genes, and enzymes available for biotechnological applications,” the authors emphasize, in the chapter. As for Dourado’s case, the research she carries out at Uniso is focused on the selection of bacteria that promote growth in plants, one of the possible biotechnological applications mentioned in the book.

She explains: “What we do is take a sample of the plant (usually the root or the leaf), then we isolate the microorganisms present in that sample, and test them to see if they are capable of promoting growth in different plants. This has already been done with tomatoes, corn, soybeans, and other species. The idea is to first select some of the microorganisms that promote plant growth, and then use them to understand the mechanisms involved (whether it is through a hormone, or because they increase the availability of nutrients, for example), also testing the best ways to apply these microorganisms into or onto the plant, therefore contributing to the development of biological products used in agriculture.”

According to the researcher, this serves the purpose of developing a more sustainable agriculture, one that employs fewer farming resources and causes less contamination, through the cultivation of plants that are more productive than usual due to the interaction with other forms of life within the soil. “Today, several studies show that soil biology impacts plant productivity. This means that if one has a soil with a great diversity of microorganisms, each with a function and complementing each other, it is likely that productivity will go up. Furthermore, as mentioned earlier, microorganisms interact with each other; as a defense mechanism, one

presente no solo, muitas vezes ele não consegue se desenvolver, porque os outros microrganismos o impedem”.

A mesma lógica também pode ser aplicada para a solução de emergências ambientais pontuais. Foi o caso, por exemplo, de um emblemático acidente ocorrido em 1989 no Estreito do Príncipe William, no Alasca, quando um navio-tanque chamado Exxon-Valdez despejou 40 mil toneladas de óleo no mar, contaminando uma área de 260 km². Como naquele habitat existiam microrganismos nativos capazes de degradar o óleo, a solução encontrada pelos especialistas foi utilizar fertilizantes para aumentar a quantidade desses microrganismos, consequentemente promovendo a diminuição gradual da quantidade de óleo. Esse é um exemplo clássico de biorremediação, um tipo de solução que depende em grande parte da compreensão do microbioma de um dado habitat.

“Quando se trata de biorremediação, você precisa ter à mão uma ampla diversidade de microrganismos, para então selecionar aqueles que promovem o efeito esperado, seja imobilizando ou degradando moléculas tóxicas — como no exemplo do Exxon-Valdez, com a degradação do óleo derramado no meio ambiente”, ela comenta.

Além disso, Dourado também ressalta que é preciso lembrar da microbiota vegetal ao criar estratégias de conservação, pois, a exemplo do que acontece no corpo humano, os microrganismos também são indicadores do nível de “saúde” de um ecossistema. “Intervenções antrópicas, como desmatamento, mineração, queimadas e mudanças no uso da terra, alteram a estrutura da comunidade bacteriana”, alertam os pesquisadores, no capítulo. “Por esta razão, o conhecimento acerca da biodiversidade taxonômica e funcional de bactérias encontradas em regiões brasileiras nativas é fundamental para se traçar estratégias de conservação e explorar seu potencial biotecnológico.”

Assim, seja para tornar a agricultura mais sustentável, diminuindo o risco de crises ambientais futuras, ou para remediar crises que já estão em

microorganism is capable of inhibiting the growth of another. So, even if there is a pathogen in the soil, it often gets prevented from developing by other microorganisms.”

The same logic can also be applied to solving specific environmental emergencies. This was the case, for example, of an emblematic accident that took place in Alaska, in a place called the Prince William Sound, back in 1989, when an oil tanker named Exxon-Valdez dumped 40,000 tons of oil into the sea, contaminating an area of 260 km². As there were native microorganisms capable of degrading the oil in that habitat, the solution found by the experts at the time was to use fertilizers to increase the amount of these microorganisms, consequently promoting a gradual decrease in the amount of oil. This is a classic example of bioremediation, a type of solution that largely depends on understanding the microbiome of a given habitat.

“When it comes to bioremediation, having a wide diversity of microorganisms at your disposal is necessary, so one can select those that promote the expected effect, whether by immobilizing or degrading toxic molecules—just as in the Exxon-Valdez example, with the degradation of oil spilled in the environment,” the researcher says.

Furthermore, Dourado also emphasizes the importance of considering plant microbiome when designing conservation strategies, because, not differently from what happens in the human body, microorganisms are also indicators of the “health” level of an ecosystem. “Anthropogenic interventions, such as deforestation, mining, fires, and changes in land use, alter the structure of the bacterial community,” the researchers state, in the chapter. “For this reason, the knowledge on taxonomic and functional biodiversity of bacteria found in the Brazilian territory is essential when it comes to designing conservation strategies, and exploring their whole potential for biotechnological applications.”

Therefore, whether the goal is to make agriculture more sustainable, reducing the risk of

curso, Dourado defende que vale a pena olhar com cuidado para a diversidade de vida invisível sob os nossos pés, a exemplo de pesquisas conduzidas na Uniso.

Em edições anteriores da revista Uniso Ciência, você pode conferir exemplos de **OUTRAS PESQUISAS** desenvolvidas na Universidade que envolvem o estudo do microbioma vegetal, incluindo propostas de biorremediação de componentes da gasolina por meio da bactéria *Bacillus subtilis* e de utilização do nível de degradação do microbioma como referência para a manutenção e a recuperação de áreas naturais. Para acessar, utilize os *QR codes* abaixo.



future environmental crises, or to address ongoing crises, Dourado argues it is worthwhile to carefully examine the diversity of invisible life that resides beneath our feet, as it has been done as part of studies conducted at Uniso.

In previous issues of the Science @ Uniso magazine, you can find examples of **OTHER STUDIES** carried out at the university that also involved plant microbiome, including proposals for the bioremediation of gasoline components by employing the bacteria *Bacillus subtilis*, and the use of the level of microbiome degradation as an indicator to measure the level of recovery of native vegetation. You can access them by scanning the QR codes below.

Bactérias podem ser utilizadas para limpar áreas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo (jun./2020)

Bacteria can be used to clean up areas contaminated by petroleum hydrocarbons (Jun./2020)



Estudo mostra que a qualidade do solo não pode ser definida apenas pela aparência do lugar (dez./2021)

Study proves that the quality of a given soil cannot be defined solely by its appearance (Dec./2021)



Com base no capítulo 1 do livro Biodiversidade e Biotecnologia no Brasil 2, intitulado “Ômicas desvendando a diversidade microbiana nos biomas brasileiros e seu potencial biotecnológico”. São autores desse capítulo os seguintes pesquisadores: Priscila Jane R. G. Selari (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano), Sarina Tsui (Universidade de São Paulo), Tiago Tognolli de Almeida (Universidade Católica Dom Bosco), Luiz Ricardo Olchanheski (Universidade Estadual de Ponta Grossa), Manuella Nóbrega Dourado (Uniso). O livro foi publicado pela Stricto Sensu Editora em 2020.

Siga o link para ler o texto original (em português)

Follow the link to access the original chapter (in Portuguese)

