

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:*



Eerie landscapes

HUMAN EYES CANNOT REACH

A biomaterial composed of silk fibroin (the irregular peaks and valleys on the landscape) covered by a biopolymer (the protruding areas). This is a scaffold with several health applications: in dental medicine, for bone tissue regenerative surgeries; in various types of bandages; as ointments for burn scars etc. Magnification of 2,500x.

Research developed by a mixed team from Uniso and Faculdade de Odontologia de Piracicaba, the Piracicaba School of Dental Medicine (FOP/UNICAMP), whose researcher in charge is professor Norberto Aranha.

Paisagens misteriosas

INALCANÇÁVEIS A OLHOS HUMANOS

Por/By: Guilherme Profeta • Foto/Photo: Paulo Ribeiro

Biomaterial composto de fibroína de seda (os picos e vales irregulares da paisagem) recoberta por um biopolímero (as áreas protuberantes). Trata-se de um *scaffold* com diversas aplicações na área da saúde: na odontologia, para cirurgias regenerativas do tecido ósseo; em curativos diversos; em cicatrizantes de queimadura etc. Ampliação de 2.500 vezes.

Pesquisa desenvolvida por equipe mista, da Uniso e da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), cujo pesquisador responsável é o professor doutor Norberto Aranha.

Imagem (microscopia) / Image (microscopy): Lapisus/Uniso

As imagens que compõem o miolo desta edição da revista Uniso Ciência podem até se parecer com paisagens de outro mundo, captadas em localidades nunca antes desbravadas por olhos humanos. De certo modo, essa afirmação não é completamente falsa; de fato, nenhum olho humano é capaz de visualizar tais cenários, mas de extraterrestre eles não têm absolutamente nada. Muito pelo contrário: às vezes eles podem estar muito mais perto do que você imagina, e só não são visíveis porque são muito pequenos — mas muito pequenos *mesmo*!

De objetos simples do cotidiano, como uma folha de árvore ou um fio de cabelo, à tecnologia de ponta que é desenvolvida na Universidade de Sorocaba (Uniso), como a liga metálica mais dura do mundo, todas as imagens foram produzidas no Laboratório de Processamento de Imagens e Sinais (Lapisus), por meio de um microscópio eletrônico de varredura (MEV). Ao contrário dos microscópios óticos — que fazem uso de conjuntos de lentes para ampliar objetos de até 0,2 micrômetros (ou a milionésima parte de um metro, equivalente a células e bactérias) —, o MEV não usa lentes, mas um feixe de elétrons concentrado sobre o objeto que se deseja visualizar.

“A microscopia eletrônica nasceu a partir do conhecimento de que as partículas também se comportam como ondas”, diz o técnico responsável pelo Lapisus, Denicezar Angelo Baldo, que conduziu a produção de todas as imagens geradas pelo MEV publicadas nesta edição. Ele explica que, com o MEV, os elétrons são “bombardeados” sobre a amostra e, então, captados por detectores que recompõem o objeto tridimensionalmente. É por isso que as análises devem acontecer obrigatoriamente numa câmara de vácuo, para que não haja interferência sobre a trajetória das partículas. O uso de elétrons (em vez dos fótons que compõem a luz visível) permite uma resolução consideravelmente maior do que aquela obtida com os microscópios óticos, permitindo visualizar até mesmo vírus, nanopartículas e estruturas moleculares, o que se dá devido à diferença no comprimento de onda dos elétrons em relação aos fótons.

Além da resolução, é especialmente digna de nota a possibilidade de uma análise bastante

The images included in this issue of the Science @ Uniso magazine may look like otherworldly landscapes, captured in places that human eyes never had a chance to explore. In a way, this statement is not completely false; in fact, no human eye could ever witness such scenarios, but there is nothing extraterrestrial about them. On the contrary: they may be much closer than you think, and the only reason they are not visible is because they are really small—*tiny*, actually!

From everyday objects, such as a tree leaf or a strand of hair, to cutting-edge technology developed at Uniso, such as the world’s hardest metallic alloy, all images were produced by a scanning electron microscope (SEM), at Uniso’s Laboratory for Image and Signal Processing (Lapisus, in the Portuguese acronym). Unlike optical microscopes—which use sets of lens to magnify objects as small as 0.2 micrometers (the millionth of a meter)—electron microscopes do not use lenses, but electron beams which are concentrated on the object one wishes to see.

“Electron microscopy was originated from the knowledge that particles also behave like waves,” says the Lapisus technician Denicezar Angelo Baldo, who conducted the production of every microscopic image published in this issue. He explains that electrons are “shot” against the sample and then captured by detectors that recompose the object three-dimensionally. This is why the analysis must take place in a vacuum chamber, so there is no interference on the particles’ trajectory. The use of electrons (instead of the photons that compose visible light) allows a considerably higher resolution in comparison to what optical microscopes can achieve, allowing one to visualize even viruses, nanoparticles, and molecular structures, due to the difference of electrons and photons when it comes to wavelength.

In addition to resolution, it is especially noteworthy that electron microscopy makes it



Denicezar Angelo Baldo, técnico responsável pelo Lapisus, opera o MEV da Uniso (à esquerda)
Denicezar Angelo Baldo, technician in charge of the Lapisus, operates the microscope (left)

detalhada da topografia das amostras, e isso acontece devido à capacidade do MEV de discernir a profundidade nas imagens, conforme os elétrons varrem as amostras — inclusive gerando imagens em 3D, quando necessário, para visualização com óculos. Como as imagens produzidas não são baseadas em luz, uma das poucas limitações é o fato de elas serem geradas em preto e branco (vale observar, portanto, que as imagens selecionadas para esta edição foram colorizadas digitalmente para fins estéticos).

Em algumas pesquisas, esse tipo de análise estrutural topográfica que o MEV possibilita acaba sendo muito importante. Bons exemplos são os estudos que têm como objetivo desenvolver biomateriais para aplicação médica. Há vários

possible to perform a very detailed analysis of a sample’s topography, and this is due to the microscope’s capacity to discern depth in images, as electrons scan the samples—even generating 3D images to be viewed with glasses, when necessary. Since images generated are not based on light, one of the few limitations is that they come out in black and white (the images selected to be included in this issue were digitally colored for aesthetic purposes).

In some researches, this kind of topographic analysis turns out to be quite important. Good examples are the studies that aim at developing biomaterials for medical applications. There are

desse tipo em andamento na Uniso (muitos dos quais você pode conferir em reportagens publicadas nas edições anteriores da revista), os quais fazem uso da microscopia eletrônica para confirmar se os materiais desenvolvidos apresentam as características necessárias para uma interação positiva e segura com o organismo humano.

“A microscopia eletrônica é uma ferramenta que possibilita a caracterização da morfologia de um material, sua composição química e a determinação da sua estrutura atômica. No caso dos nossos projetos, o MEV tem auxiliado na observação da textura de biomateriais e, particularmente na determinação da forma e do tamanho dos poros existentes nas amostras. Nas nossas pesquisas, esse é um ponto importante, visto que o biomaterial deve apresentar condições estruturais adequadas para a migração de células para o seu interior, quando implantado num paciente”, explica o professor doutor Norberto Aranha, do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Uniso. As imagens associadas às pesquisas de sua equipe são algumas das que você pode conferir ao longo desta edição, inclusive a imagem de abertura desta reportagem.

“De modo geral, com o início das operações do MEV, houve um ganho considerável na qualidade das análises físico-químicas que os pesquisadores da Uniso são capazes de desempenhar em nossos laboratórios”, endossa o professor doutor José Martins de Oliveira Junior, Uniso’s Vice-Rector of Research, Outreach, Innovation and Graduate Programs, and the coordinator of the proposal that ultimately led to the acquisition of the microscope, funded by the Brazilian federal government through Finep, a public agency dedicated to the development of science and technology.

Hoje há 19 pesquisas fazendo uso regular do MEV na Uniso, especialmente nos Programas de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais e Ciências Farmacêuticas. Além disso, as horas de uso do microscópio estão disponíveis para contratação externa, por parte de empresas e instituições de ensino que não disponham de equipamento próprio.

a number of these in progress at Uniso (many of which you can check in previous issues of the magazine), which make use of electron microscopy to confirm that the developed materials do present the required characteristics to safely interact with the human organism.

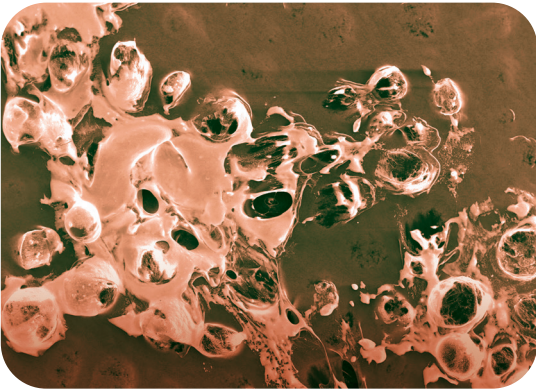
“Electron microscopy is a tool that enables the characterization of a material’s morphology, and the determination of its chemical composition and atomic structure. Regarding our projects, the SEM has assisted us to observe the texture of biomaterials, particularly when it comes to determining the shape and size of the pores in the samples. In our research, this is an important issue, since biomaterials, when implanted in a patient, must present proper structural conditions in order to allow cells to migrate within them”, explains professor Norberto Aranha, from Uniso’s graduate program in Technological and Environmental Processes. The images associated with researches conducted by his team are some of the pictures you can see throughout this issue of the magazine, including the main image of this story.

“Overall, since the microscope became operational, there has been a considerable gain in the quality of the physicochemical analysis that researchers are able to perform in our laboratories,” says professor José Martins de Oliveira Junior, Uniso’s Vice-Rector of Research, Outreach, Innovation and Graduate Programs, and the coordinator of the proposal that ultimately led to the acquisition of the microscope, funded by the Brazilian federal government through Finep, a public agency dedicated to the development of science and technology.

Today, there are 19 researches making regular use of the microscope at Uniso, especially in the graduate programs in Technological and Environmental Processes, and Pharmaceutical Sciences. Besides that, the microscope is also available for renting by companies and other educational institutions that do not possess their own equipment.

Índice de imagens

Image index

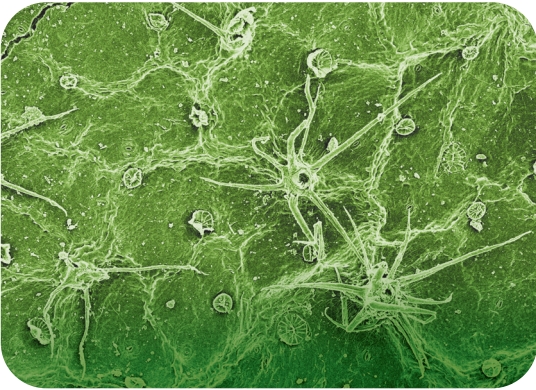


Arte abstrata? Respingos de tinta? Não. O que nós vemos nessa imagem são esporos bacterianos recobertos por uma película de chumbo. Na pesquisa desenvolvida na Uniso, esse material pode ser utilizado para remover metais pesados do meio ambiente, por meio da ação de microrganismos. Ampliação de 50 vezes.

Pesquisa de Débora H. E. Rocco, com orientação da professora doutora Angela Faustino Jozala.

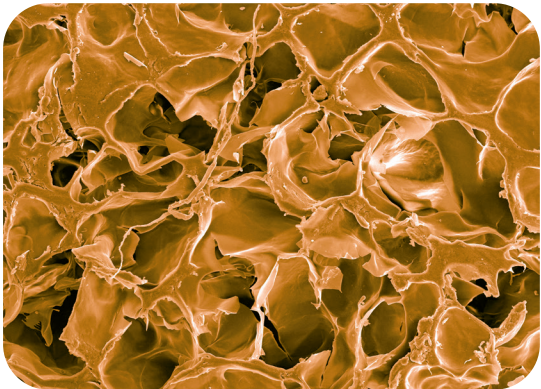
Abstract art? Splashes of paint? No. In this picture we see bacterial spores covered by a layer of lead. In the research developed at Uniso, this material can be used to remove heavy metals from the environment, through the action of microorganisms. Magnification of 50x.

Research by Deborah H. E. Rocco, advised by professor Angela Faustino Jozala.



Pode não parecer, mas o que você está vendo na imagem é uma folha de árvore seca. É possível identificar dois tipos de tricoma, que são apêndices da epiderme das plantas, os quais cumprem uma série de funções. As estruturas em formato de estrela mais visíveis no centro são exemplos de tricomas tectores estrelados; já as estruturas esféricas espalhadas pela superfície são tricomas peltados. Também é possível visualizar os estômatos, responsáveis pelo processo de transpiração. Ampliação de 100 vezes.

It may not look like it, but what you are seeing in the picture is a dry tree leaf. It is possible to identify two types of trichomes, which are outgrowths of the plant epidermis that fulfill a number of functions. The star-shaped structures, most visible in the center, are examples of stellates; the spherical structures spread all over the surface are peltates. It is also possible to visualize the stomata, responsible for the sweating process of the plant. Magnification of 100x.

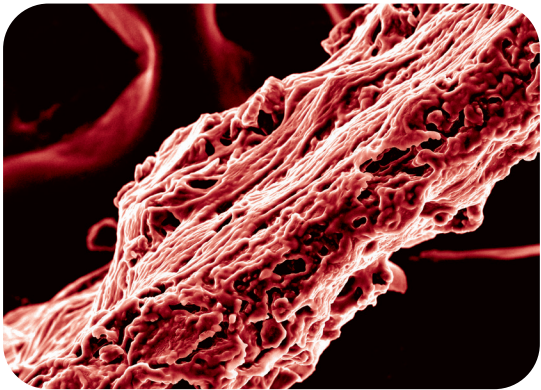


Nessa imagem, é possível observar a face lateral de um *scaffold* lamelar (ou seja, uma estrutura com camadas sobrepostas, as chamadas lamelas). *Scaffolds* (do inglês, suportes) são estruturas ou dispositivos biodegradáveis que, em contato com uma lesão, contribuem para a autorregeneração do corpo humano. Esse tipo de pesquisa desenvolvida na Uniso tem ampla aplicação na biomedicina e na engenharia de tecidos. Na imagem, estão em evidência os poros, com formatos irregulares e tamanhos variados. Ampliação de 100 vezes.

Pesquisa de Venâncio Alves Amaral, com orientação do professor doutor Marco Vinícius Chaud.

In this image, you can see the side view of a scaffold, which is a biodegradable structure or device that, in contact with an injury, contributes to the self-regeneration of the human body. This particular scaffold is lamellar, which means it is composed of overlapping layers, called lamellae. This kind of research developed at Uniso has a wide range of applications in biomedicine and tissue engineering. The image shows the pores, with irregular shapes and varying sizes. Magnification of 100x.

Research by Venâncio Alves Amaral, advised by professor Marco Vinícius Chaud.

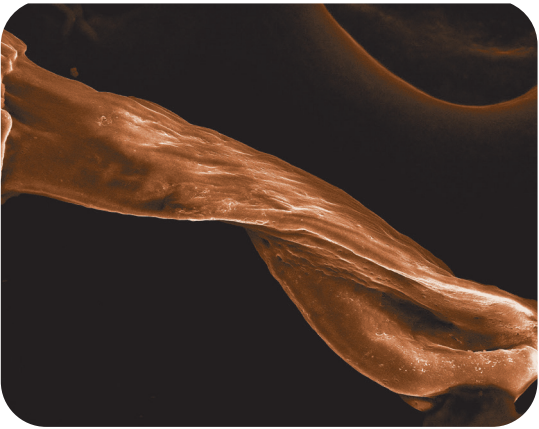


Mais um exemplo de *scaffold*, desta vez uma estrutura em formato de lâmina, como uma folha de papel, tridimensional e porosa. Por meio da microscopia eletrônica, é possível medir o diâmetro desses poros, que, neste caso, estão presentes numa face lateral da estrutura. A porosidade é um fator essencial para auxiliar o organismo a regenerar com eficácia os tecidos lesionados, quando o *scaffold* é implantado no corpo humano. Ampliação de 250 vezes.

Pesquisa de Venâncio Alves Amaral, com orientação do professor doutor Marco Vinícius Chaud.

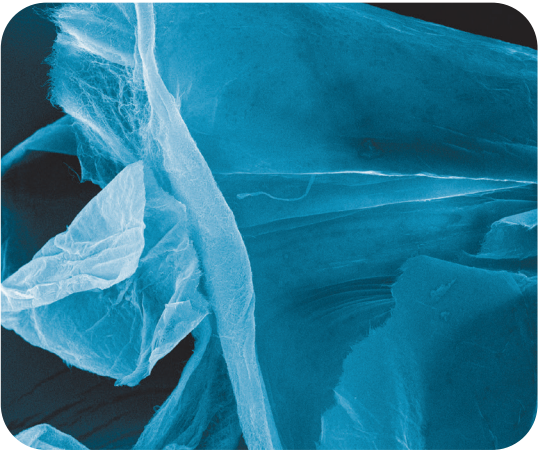
Another example of scaffold, this time a blade-shaped structure, like a sheet of paper, three-dimensional and full of pores. Through electron microscopy, it is possible to measure the diameter of these pores, which in this case occur on one of the structure's side faces. When a scaffold is implanted within the human body, porosity is an essential factor in order to help the body to regenerate damaged tissues effectively. Magnification of 250x.

Research by Venâncio Alves Amaral, advised by professor Marco Vinícius Chaud.



A estrutura torcida que se pode observar na imagem é a raiz de um fio de cabelo. Outra parte da estrutura, em que se pode ver as escamas capilares, pode ser encontrada na página 112 desta edição. Ampliação de 350 vezes.

The twisted structure that can be seen in the picture is the end part of a hair shaft, that corresponds to the root. Another part of the structure, where you can see the cuticles, can be found on page 112. Magnification of 350x.

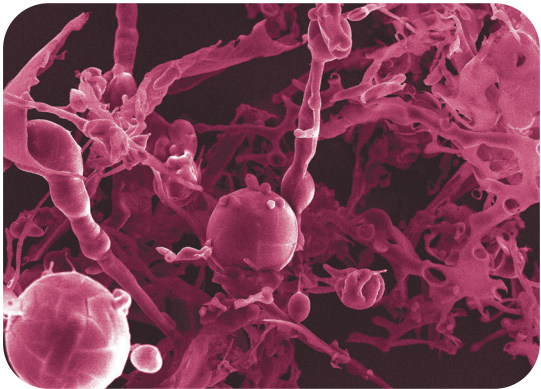


Pode ser que muita gente enxergue um fantasma nessa imagem. Mas não precisa ter calafrios. Na verdade, de sobrenatural ela não tem nada; o que vemos na ampliação é uma membrana de celulose bacteriana desenvolvida na Uniso, um material que tem muitas aplicações na indústria: curativos, embalagens, fibras alimentícias, entre outras. Ampliação de 400 vezes.

Pesquisa de Gabriela R. Dos Santos, com orientação da professora doutora Angela Faustino Jozala.

Many people may see a ghost in this picture. But fear no evil. In fact, there is nothing supernatural about it; what we see in this magnification is a bacterial cellulose membrane developed at Uniso, a material that has many applications in the industry: as bandage, packaging, food fiber, among others. Magnification of 400x.

Research by Gabriela R. Dos Santos, advised by professor Angela Faustino Jozala.

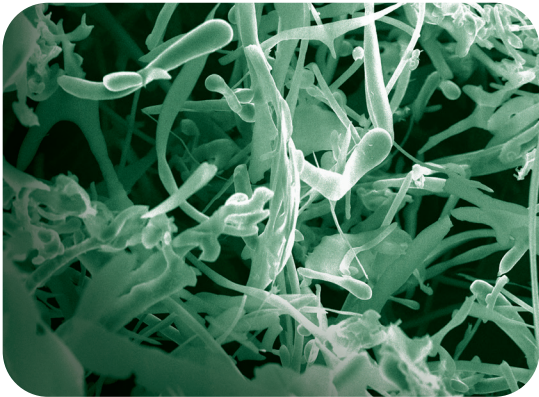


Essa imagem foi obtida após um teste de liofilização de nanopartículas biogênicas de prata, em estado líquido. A liofilização é um processo de desidratação que se dá por meio do congelamento repentino de uma amostra, que é submetida, logo em seguida, à alta pressão e ao vácuo. O processo em si impossibilitou a análise pelo microscópio eletrônico no caso desta amostra, mas o resultado foi registrado na caótica paisagem de filamentos. Ampliação de 400 vezes.

Pesquisa de Leandro de Oliveira Feitosa, com orientação da professora doutora Renata de Lima.

This image was obtained after a lyophilization test for liquid biogenic silver nanoparticles. Lyophilization is a dehydration process that occurs through the sudden freezing of a given sample, which is then subjected to high pressure and vacuum. The process itself made analysis impossible for this sample, but the result was recorded in this chaotic landscape of filaments. Magnification of 400x.

Research by Leandro de Oliveira Feitosa, advised by professor Renata de Lima.

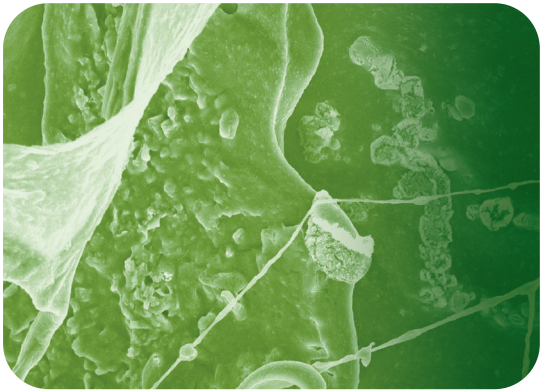


Nanocristais de celulose, em formato de hastes, produzidos por bactérias. Esse material, em desenvolvimento na Uniso, tem diversas aplicações, como, por exemplo, o reforço de embalagens de alimentos e a produção de emulsões para administração de fármacos, com a vantagem de não causar danos ao meio ambiente. Ampliação de 500 vezes.

Pesquisa de Victória Soares Soeiro, com orientação do professor doutor Marco Vinicius Chaud e coorientação da professora doutora Angela Faustino Jozala.

Stem-shaped cellulose nanocrystals produced by bacteria. Developed at Uniso, this material has several applications, such as the reinforcement of food packaging, and the production of emulsions for drug administration, with the advantage of not causing any damage to the environment. Magnification of 500x.

Research by Victória Soares Soeiro, advised by professor Marco Vinicius Chaud, and co-advised by professor Angela Faustino Jozala.



Nessa imagem, pode-se observar um polissacarídeo sulfatado (que é um tipo de carboidrato) extraído das paredes celulares das algas verdes da espécie *Ulva lactuca Linnaeus*. Trata-se de um biomaterial com ampla aplicação clínica e terapêutica devido às suas propriedades antivirais, anticoagulantes, antioxidantes e antitumorais. Ampliação de 500 vezes.

Pesquisa de Kessi Marie de Moura Crescencio, com orientação do professor doutor Marco Vinicius Chaud.

In this image, it is possible to see a sulfated polysaccharide (which is a type of carbohydrate) extracted from the cell membranes of *Ulva lactuca Linnaeus*, a species of green algae. It is a biomaterial with a wide range of clinical and therapeutic applications, due to its antiviral, anticoagulant, antioxidant, and antitumor properties. Magnification of 500x.

Research by Kessi Marie de Moura Crescencio, advised by professor Marco Vinicius Chaud.

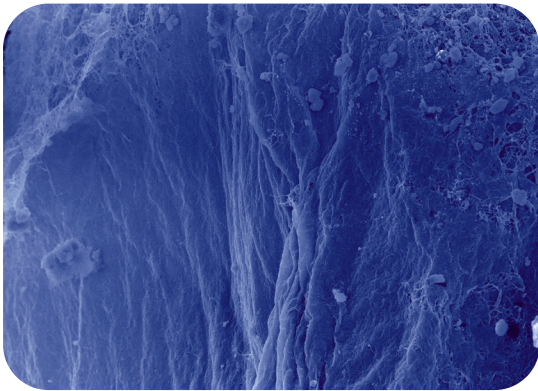


Pode-se observar, na imagem, um pequeno fragmento de carvão gerado a partir da queima do substrato do cogumelo shiitake. Por apresentar extensa área superficial interna, como se pode visualizar, esse tipo de carvão pode ser utilizado em sistemas de filtragem de contaminantes, como metais pesados, por exemplo. Ampliação de 600 vezes.

Pesquisa de Raquel Andrade Leite Vieira, com orientação da professora doutora Denise Grotto.

In the picture, it is possible to see a small fragment of charcoal generated from the burning of shiitake mushroom substrate. Due to its large internal surface area, which can be seen on the image, this type of charcoal can be used in filtration systems, in order to filtrate contaminants such as heavy metals. Magnification of 600x.

Research by Raquel Andrade Leite Vieira, advised by professor Denise Grotto.



Nessa imagem, pode-se observar a celulose bacteriana sendo utilizada para compor um *scaffold* com amplo potencial de aplicação na área da saúde. A celulose forma fios, como se fosse uma teia, os quais são recobertos por fibroína de seda. Dispersas sobre a estrutura, há partículas de hidroxiapatita. Como a ampliação é baixa, não é possível visualizar os poros. Ampliação de 850 vezes.

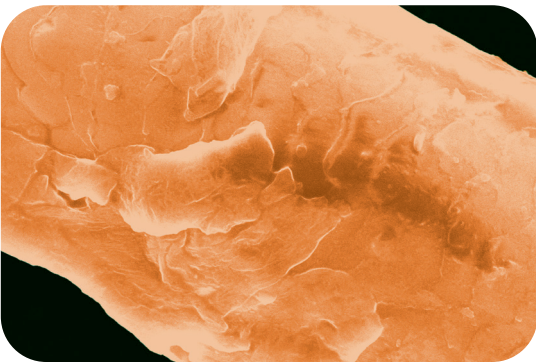
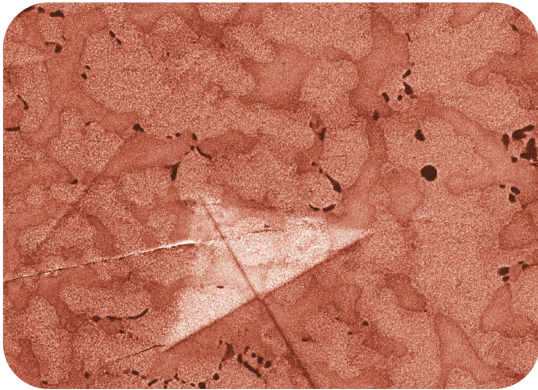
Pesquisa desenvolvida por equipe mista, da Uniso e da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), cujo pesquisador responsável é o professor doutor Norberto Aranha.

In this picture, it is possible to see the bacterial cellulose being used to compose a scaffold with a wide range of health applications. Cellulose forms threads, like a web, which are covered by silk fibroin. Hydroxyapatite particles are spread all over the structure. Due to the low level of magnification, pores cannot be seen. Magnification of 850x.

Research developed by a mixed team from Uniso and Faculdade de Odontologia de Piracicaba, the Piracicaba School of Dental Medicine (FOP/UNICAMP), whose researcher in charge is professor Norberto Aranha.

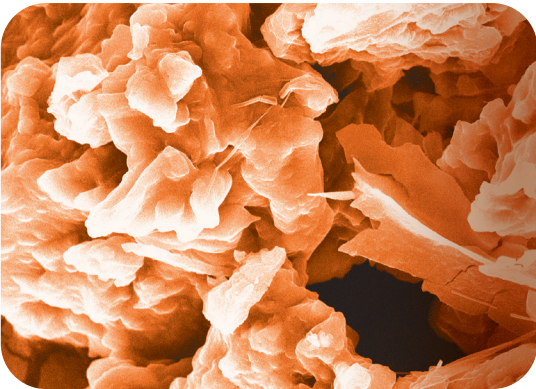
Nessa imagem pode-se ver a superfície ampliada de uma nova liga metálica denominada “diamante metálico”, desenvolvida pelo professor doutor Thomaz Restivo, da Uniso, e reconhecida como semifinalista numa competição da agência aeroespacial dos EUA (a Nasa, na sigla em inglês). Pode-se observar, nas manchas presentes em toda a imagem, as diferentes fases de cristalização da liga. Além disso, na porção direita, pode-se discernir uma estrutura semelhante a uma pirâmide, que na verdade é uma marca produzida na amostra pela aplicação de carga sobre a sua superfície, por meio de um durômetro, para testar a dureza do material. Atualmente, essa é a liga metálica mais dura do mundo. Ampliação de 1.100 vezes.

In this picture, it is possible to see the magnified surface of a new metallic alloy called “metallic diamond”, developed by professor Thomaz Restivo, from Uniso, and recognized as a semi-finalist in a competition from the US National Aeronautics and Space Administration (NASA). The different phases of the alloy crystallization can be discerned as the stains spread all over the picture. Besides that, a pyramid-like structure can be seen on the right portion of the picture as well. It is actually a marking produced on the sample by applying load on its surface, in order to test the hardness of the material. This is currently the hardest metal alloy in the world. Magnification of 1,100x.



De longe, os fios de cabelo parecem estruturas lisas e íntegras, mas, quando se chega bem perto, como é o caso da imagem ao lado, é possível observar as escamas sobrepostas. Ampliação de 1.300 vezes.

From a distance, a hair shaft looks like a smooth solid structure, but if you get close enough, as in this picture, you can actually see the overlapping cuticles. Magnification of 1,300x.

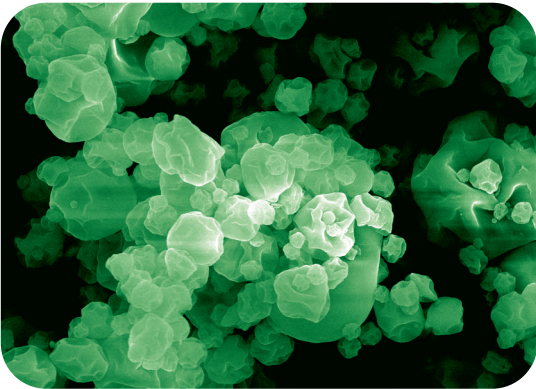


Assim como a imagem da página 90, esse também é um fragmento de carvão, gerado a partir da queima dos talos do shiitake. A aplicação é a mesma: sistemas de filtragem de contaminantes. Ampliação de 2.000 vezes.

Pesquisa de Raquel Andrade Leite Vieira, com orientação da professora doutora Denise Grotto.

Just as in the picture on page 90, this is also a fragment of charcoal, generated from the burning of shiitake stems. The research application is the same: filtration systems to get rid of contaminants. Magnification of 2,000x.

Research by Raquel Andrade Leite Vieira, advised by professor Denise Grotto.



O que vemos nessa imagem são microcápsulas contendo bactérias *Bacillus thuringiensis*, capazes de produzir proteínas inseticidas. As bactérias foram encapsuladas em goma arábica, maltodextrina e amido, para aplicação na área agrícola. Ampliação de 2.500 vezes.

Pesquisa de Jhones Luiz de Oliveira, com orientação da professora doutora Renata de Lima.

What we see in this picture are microcapsules containing the bacteria *Bacillus thuringiensis*, capable of producing insecticidal proteins. The bacteria were encapsulated in gum arabic, maltodextrin, and starch, for application in the agricultural field. Magnification of 2,500x.

Research by Jhones Luiz de Oliveira, advised by professor Renata de Lima.