



*O texto a seguir é uma publicação da revista bilingue 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:*



**Substrato do cultivo de shiitake pode virar**  
**INSUMO ALTERNATIVO**  
**PARA A**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Substrate used to grow shiitake can be turned into**  
**RAW MATERIAL FOR**  
**CIVIL CONSTRUCTION**

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

Os pesquisadores Vitor R. Pires e Miriam R. Luama, manuseando blocos de cultivo de cogumelos  
Researchers Vitor R. Pires e Miriam R. Luama handle mushroom cultivation blocks



Levando em consideração a quantidade de concreto demandado pela humanidade — trata-se de nada menos do que o segundo material mais utilizado no mundo —, é muito importante buscar formas de torná-lo mais ecológico. Fazer concreto, afinal, consome recursos naturais, uma vez que o seu principal ingrediente, o cimento, é um derivado do calcário, cuja extração incorre em impactos bastante negativos à natureza. Na Universidade de Sorocaba (Uniso), há pesquisadores dedicados a essa causa; na edição de número 4 (dez./2019) da revista Uniso Ciência, por exemplo, você conferiu como é possível substituir até 20% do material usado para produzir cimento por resíduos cerâmicos que, de outra maneira, seriam descartados no meio ambiente. A economia, somente no Brasil, é de mais de 5 milhões de toneladas de insumos para cimento ao ano, sem contar o fato de que, além de evitar a extração de novas matérias-primas, todos os resíduos reaproveitados deixam de ser descartados. O ganho, então, é duplo.

No caso do cimento, o que mais pode ser usado para substituir a sua matéria-prima? Na Uniso, pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais estão trabalhando em diversas frentes para responder essa pergunta. Uma delas, inclusive, faz parte da mesma linha de pesquisa que busca novos usos para o substrato do cultivo do shiitake e de outros cogumelos (leia mais na página 58 desta edição).

Vitor Rogério Pires, professor no curso de graduação em Engenharia Civil da Uniso, foi um desses pesquisadores. Ele explica que a biomassa residual do cultivo de cogumelos, ou SMS — da sigla em inglês, *spent mushroom substrate* — vem gerando preocupação devido ao descarte a céu aberto sem qualquer tipo de regulação. “Existem casos em que o SMS é descartado no meio ambiente, em lixões, poluindo e servindo de criadouro para insetos e outras pragas. Ou, então, ele é queimado, poluindo o ar e contaminando o solo e a água com seus resíduos.

Considering mankind’s high demand for concrete—which is the second most used material in the world—, it is quite important to look for ways to make it more environmentally friendly. Making concrete, after all, consumes a lot of natural resources, since its main ingredient, cement, depends on the extraction of limestone, a process that causes very negative impacts on nature. At Uniso, there are researchers dedicated to this cause; in the 4<sup>th</sup> issue of the Science @ Uniso magazine (Dec./2019), for example, you can check how it is possible to replace up to 20% of the material used to produce cement with ceramic waste that would otherwise be discarded in the environment. In Brazil alone, the savings per year represent more than 5 million tons of raw materials, not to mention the fact that, in addition to avoiding the extraction of more limestone, reused waste is no longer discarded. In other words, there is a double gain.

Regarding cement, what else can be used to replace its raw material? At Uniso, researchers from the graduate program in Technological and Environmental Processes are working on several fronts to answer this question. One of them is also part of the same line of research that is trying to find new uses for the substrate of shiitake and other mushrooms (you can read more on page 58 of this issue).

Vitor Rogério Pires, a professor at Uniso’s undergraduate program in Civil Engineering, is one of these researchers. He explains that the residual biomass from mushroom cultivation, or SMS—an acronym for spent mushroom substrate—, has been a cause for concern due to the disposal in the environment without any regulation. “Sometimes SMS is discarded in dumps, polluting and serving as a breeding ground for insects and other pests. It is also burned, polluting the air and contaminating both the soil and the water with its residues. Therefore, recycling SMS is a proper alternative considering the environment. In my Master’s

Assim, a reciclagem do SMS é uma alternativa bastante adequada em termos ambientais. Em minha pesquisa de mestrado, avaliei a reutilização do substrato do cultivo do shiitake como aditivo de concreto, comparando suas propriedades às do concreto regular por meio de ensaios de resistência à compressão mecânica e de absorção de água”, explica Pires.

thesis, I evaluated the reuse of the shiitake substrate as an additive for concrete, comparing its properties to those of regular concrete, through tests of resistance to mechanical compression and water absorption,” Pires explains.

At the same time, professor Miriam Rodrigues Iuama, who teaches at Uniso’s undergraduate



Cultivo de shiitake em câmaras frias  
Shiitake mushrooms being cultivated in a growing chamber

No mesmo período, a professora Miriam Rodrigues Iuama, dos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da Uniso, pesquisava em seu mestrado se o mesmo substrato poderia ser incorporado como insumo na produção de tijolos ecológicos. “Esses tijolos são produzidos a partir de terra, cimento Portland e água, e não necessitam de queima, como os tijolos comuns. São considerados ecológicos por não necessitar da

programs in Architecture and Urbanism, and Civil Engineering, studied during the research for her own Master’s thesis whether the same substrate could be incorporated as raw material for the production of ecological bricks. “These bricks are made of dirt, Portland cement, and water, and do not require being burned in ovens, like ordinary bricks. They are considered ecological because they do not require the extraction of red clay, and



extração de argila vermelha e por não requerer o uso de fornos, consequentemente dispensando a lenha e o carvão. Nas obras, eles podem gerar uma economia de até 30% em relação aos sistemas convencionais”, diz Iuama. Assim, incluir os blocos de substrato descartados seria, idealmente, uma maneira de tornar esses tijolos ainda mais ecológicos.

#### DESAFIOSEAPLICAÇÕESALTERNATIVAS

O grande problema encontrado por ambos é o fato de a adição de substrato interferir nas características do produto final, devido às mesmas características que permitem a colonização dos blocos pelos cogumelos: “O bloco de substrato apresenta muitos espaços vazios, que são ocupados por água. Quando secos, esses espaços vazios são preenchidos por ar

do not require the use of ovens either, consequently dispensing firewood and charcoal. Regarding construction, they can generate savings of up to 30%, in comparison to conventional methods,” Iuama says. Ideally, the possibility of including the discarded substrate would make these bricks even more environmentally friendly.

#### CHALLENGES AND ALTERNATIVE APPLICATIONS

The major problem faced by both researchers is the fact that the addition of substrate interferes with the properties of the final product, due to the same characteristics that allow the colonization of blocks by mushrooms: “These blocks of substrate have many empty spaces, which are occupied



Pires pesquisou o reuso do substrato de shiitake como aditivo de concreto  
Pires researched the reuse of the shiitake substrate as an additive for concrete



Iuama pesquisou a incorporação do SMS na produção de tijolos ecológicos  
Iuama researched whether the SMS could be incorporated in the production of ecological bricks

e, no momento em que são submetidos a forças de compressão, as partes sólidas preenchem facilmente as partes vazias. Assim, o SMS é um material muito frágil e altamente deformável. No caso do concreto, o uso do substrato como aditivo reduz o endurecimento e o enrijecimento do produto, além de torná-lo mais permeável”, descreve Pires.

“No caso dos tijolos ecológicos”, acrescenta Iuama, “a utilização do SMS também resultou num material cujos resultados de resistência à compressão são inferiores à norma técnica. O valor mínimo exigido é de 2,0 MPa e o valor alcançado pelo tijolo

by water. When the blocks are dry, these empty spaces are filled with air, and, when subjected to compressive forces, the solid parts easily fill the empty parts. Thus, SMS is a very fragile and highly deformable material. In the case of concrete, the use of the substrate as an additive reduces the hardening and stiffening of the product, in addition to making it more permeable,” Pires describes.

“Regarding ecological bricks,” Iuama says, “the use of SMS has also lowered the compressive strength results in comparison to the minimum technical standard. The minimum required value is



ecológico acrescido de SMS foi de 0,8 MPa — consideravelmente inferior à resistência de 2,4 MPa apresentada pelo tijolo ecológico sem a adição de SMS.”

Contudo, esses resultados não são um beco sem saída. “Ainda que estejam em desacordo com a respectiva norma técnica (NBR 8492) para a função de alvenaria estrutural, os tijolos ecológicos com SMS podem ter uso sem função estrutural. Mais interessante seria a utilização do tijolo ecológico produzido com adição de SMS como material de vedação”, destaca Iuama. A pesquisadora explica que essa seria uma forma de manter o uso da SMS, sem requerer o aumento da quantidade de cimento na fórmula para compensar a perda de resistência — o que tornaria o produto caro demais para competir com os tijolos tradicionais.

O mesmo vale para o cimento acrescido de SMS, que, apesar de não poder ser utilizado para fins estruturais, tal qual os tijolos ecológicos, ainda pode ser utilizado com outros fins: como aditivo em pisos permeáveis para jardins e outras áreas, ou em impermeabilizantes de paredes. Tais usos, além de reduzir a extração de matérias-primas para aplicações na construção civil, podem transformar o SMS, que seria descartado, numa fonte de renda complementar para os pequenos produtores de cogumelos.

2.0 MPa, and the value achieved by the ecological brick containing SMS was 0.8 MPa—considerably lower than the 2.4 MPa achieved by the ecological brick without the addition of any SMS.”

However, these results are not a dead end. “Although they do not comply with the appropriate technical standard regarding its potential use for structural purposes, ecological bricks containing SMS can still be used if the intended function is not structural. A more interesting possibility would be the use of ecological bricks containing SMS as a sealing material,” Iuama says. The researcher explains that this would be a way to keep using SMS without requiring an increase in the amount of cement in the formula to compensate for the loss of strength—which would make the product too expensive to compete with traditional bricks.

The same goes for adding SMS to cement. Although it cannot be used for structural purposes, just like ecological bricks, they can still be used for other purposes: as an additive in permeable floors, to be used in gardens and other areas, or to make walls waterproof. Such uses, in addition to reducing the extraction of raw materials, can turn the SMS, which would otherwise be discarded, into a source of complementary income for small mushroom producers.

Com base nas seguintes dissertações do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso): (1) “Utilização do substrato de cultivo do cogumelo *Lentinula edodes* como aditivo aplicado ao concreto de cimento Portland”, com orientação da professora doutora Valquíria Miwa Hanai Yoshida e aprovada em 6 de agosto de 2019; (2) “Substrato pós-cultivo de cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*) na produção de tijolo ecológico: avaliação das propriedades mecânicas”, com orientação da professora doutora Angela Faustino Jozala e aprovada em 29 de agosto de 2019.

Acesse as pesquisas completas em português:

Follow the links to access the full text of the original studies (in Portuguese):



Ala de atendimento a grandes animais, no Hospital Veterinário Universitário da Uniso  
A wing dedicated to large animals at the university's Veterinary Hospital