

*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:*



LINHA DE PESQUISA TEM COMO OBJETIVO

popularizar a indústria de fabricação cerâmica

POPULARIZING THE CERAMIC MAKING

industry is a research goal at Uniso

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



O professor doutor Thomaz Restivo e Ana Cugler Moreira, então aluna de Iniciação Científica, no Laboratório de Materiais da Uniso
Professor Thomaz Restivo, accompanied by Ana Cugler Moreira, a former undergraduate student, at Uniso's materials laboratory

O processo de transformar argila em peças cerâmicas é um dos mais antigos conhecidos pelo homem, com registros antropológicos que chegam a ultrapassar os 10 mil anos de idade, em regiões tão distantes umas das outras quanto a Ásia, a Europa Ocidental e o Oriente Médio. Dos jarros em catacumbas ancestrais à indústria contemporânea, são muitas as aplicabilidades da cerâmica e, ainda que as especificidades da produção variem, todas elas envolvem um processo conhecido como sinterização — por meio do qual partículas de um determinado material (como a argila) são aquecidas em fornos até que se consolidem numa única massa íntegra, rígida e mais resistente. Tratando-se de cerâmica industrial, essa temperatura costuma atingir os 1600 °C.

Contudo, fazer com que um forno chegue a essa temperatura e a mantenha durante horas a fio pode ser bastante caro. E é aí que entra a linha de pesquisa do professor doutor Thomaz Augusto Guisard Restivo, do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso), que tem como objetivo popularizar a indústria da fabricação cerâmica e **METALOCERÂMICA**, tornando possível a utilização de fornos comuns (que atingem temperaturas entre 1200 e 1300 °C). “Esses fornos de temperaturas mais baixas são mais baratos, o que exige um investimento menor, além de representar uma grande redução no consumo energético. Tudo isso implica tanto em ganhos financeiros quanto ambientais”, diz o professor.

O novo processo de sinterização que torna isso possível — denominado sinterização ativada em estágio intermediário — foi desenvolvido numa parceria da Uniso com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), envolvendo o acréscimo de aditivos ao pó cerâmico. Esses aditivos incluem nanofibras diversas, nanotubos de carbono e elementos como níquel (Ni), cobre (Cu) e molibdênio (Mo), que são homogeneizados em dispositivos de moagem e ultrassom. Na Uniso, essa etapa aconteceu no laboratório do Núcleo de Estudos Ambientais (NEAS), com a participação de Ana Cugler Moreira e Sergio Graciano, ambos alunos de Iniciação Científica.

“O que acontece é que a sinterização é um processo que depende que poros internos do material sejam preenchidos. Isso acontece por difusão atômica, que é estimulada pela temperatura. E esse preenchimento é mais frequente quando nanotubos e nanofibras são adicionados à matriz cerâmica, pois esses materiais servem como canais para uma difusão mais rápida dos átomos, mesmo em temperaturas mais baixas”, explica Restivo. Trocando em miúdos, a

Turning clay into ceramic pieces is one of the earliest processes known by mankind, with anthropological records reaching over 10,000 years in regions as far apart as Asia, Western Europe, and the Middle East. From old jars in catacombs to the industry nowadays, there are many applicabilities to ceramic making, and although the specificities of production may vary, they all involve a process known as sintering—whereby particles of a certain material (such as clay) are heated in furnaces until they consolidate into a single rigid and more resistant mass. When it comes to industrial ceramics, this temperature usually reaches 1600°C (2912°F).

However, heating a furnace to this temperature and keeping it on for hours can be quite costly. So, the line of research of Professor Thomaz Augusto Guisard Restivo, from Uniso’s graduate program in Technological and Environmental Processes, aims at popularizing the industry of ceramics and **CERMETS**, making it possible for the industry to use common furnaces (which reach temperatures between 1200 and 1300°C, around 2400°F). “These lower temperature furnaces are cheaper, which means they require lower investments and represent a significant reduction in energy consumption. All this implies both financial and environmental gains,” the professor says.

The new sintering process that makes this possible—called intermediary stage activated sintering method—was developed in a partnership between Uniso and the Institute of Energy and Nuclear Research (in Portuguese, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN), involving additives that are added directly to the ceramic powder. These additives include various nanofibers, carbon nanotubes, and elements such as nickel (Ni), copper (Cu), and molybdenum (Mo), which are homogenized in high-energy milling and ultrasonic devices. At Uniso, this stage took place in the laboratory of the Nucleus of Environmental Studies (in Portuguese, Núcleo de Estudos Ambientais - NEAS), with the participation of Ana Cugler Moreira, and Sergio Graciano, both students carrying out undergraduate research projects.

“Sintering is a process that happens when the internal pores of the material are properly filled. This happens by atomic diffusion, which is stimulated by temperature. Such pore filling happens more frequently when nanotubes and nanofibers are added into the ceramic matrix, because these materials work as channels for a greater diffusion of the atoms, even at lower temperatures,” Restivo explains. Long story

PARA SABER MAIS: O QUE É METALOCERÂMICA?

Metalocerâmicas ou cermetos (do inglês, cermets) são compósitos, ou seja, materiais compostos de outros materiais — neste caso, cerâmica e metal — que, quando combinados, adquirem novas características. No caso das metalocerâmicas, o produto resultante apresenta a resistência a altas temperaturas e a dureza das cerâmicas, além da capacidade de deformação — ou seja, de ter a sua forma física alterada — herdada dos metais. Enquanto as cerâmicas técnicas são amplamente aplicadas em equipamentos como velas de motores, revestimentos de minerodutos e componentes resistentes ao desgaste por fricção em indústrias de papel, as metalocerâmicas são usadas em ferramentas de corte e também em processos catalíticos (para aumentar a velocidade de uma reação química), como é o caso da decomposição do gás natural em hidrogênio.

TO KNOW BETTER: WHAT IS A CERMET?

Cermets are composites, which are materials composed of other materials—in this case, ceramics and metal—that, when combined, acquire new characteristics. Therefore, the resulting product incorporates ceramics’ hardness and resistance to high temperatures, besides the capacity of deformation—in other words, the capacity of having its shape altered—which it inherits from metals. While technical ceramics are widely applied in equipments such as spark-ignition engines, coating of petroleum and minerals pipelines, and friction-resistant components in paper industries, cermets are used in cutting tools as well as in catalytic processes (to increase the speed of a chemical reaction), such as the decomposition of natural gas into hydrogen.



Aditivos como nanotubos de carbono e nanofibras de celulose (no detalhe) são adicionados à matriz cerâmica
Additives such as carbon nanotubes and cellulose nanofibers are added into the ceramic matrix



Pesquisadores com material utilizado no novo processo, que possibilita redução do consumo energético
Researchers holding the material used in the new process, which makes it possible to reduce energy consumption

cerâmica fica pronta mais rapidamente, sem exigir temperaturas tão elevadas.

“Os nossos resultados demonstram que esse novo processo de sinterização é válido, pois faz com que a cerâmica atinja sua densidade final a uma temperatura de 1200 °C e que os seus poros se fechem a 1300 °C, o que, no processo convencional, ocorre em temperaturas de 1500 e 1600 °C, respectivamente”, resumem os pesquisadores. Para que esses resultados possam ser obtidos, o estudo aponta que pequenos nanotubos de carbono e nanofibras de celulose são os melhores aditivos.

“Esta é uma pesquisa que ainda está em curso, porém os nossos resultados já são mensuráveis: essas técnicas estão sendo utilizadas, por exemplo, para o desenvolvimento de um isolante térmico com blindagem contra radiação e, além disso, essa mesma linha de pesquisa da Uniso já gerou outros processos de sinterização, atualmente já patenteados”, conclui Restivo.

short, ceramics get ready faster, and without requiring such high temperatures.

“Our results demonstrate that this new sintering process is valid because the ceramic reaches its final density as the pores close at a temperature range between 1200°C (2192°F) and 1300°C (2372°F), which occurs only at temperatures of 1500°C (2732°F) or 1600°C (2912°F) in the conventional process,” the researchers summed up. The study points out that carbon nanotubes and cellulose nanofibers are the best additives in order for these results to be obtained.

“This is still an ongoing research, but our results are already measurable: these techniques are being used, for example, for the development of a thermal insulation with radiation shielding and, besides that, the same line of research has already generated other sintering processes at Uniso, which have already been patented,” Restivo concludes.

Com base no artigo “Low-temperature densification of ceramics and cermets by the intermediary stage activated sintering method”, de autoria do professor doutor Thomaz Augusto Guisard Restivo, docente do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso) e de seus alunos de Iniciação Científica Ana Cugler Moreira e Sergio Graciano, além de autores externos (Michelangelo Durazzo, Sonia Regina Homem de Mello-Castanho, Victor Bridi Telles e Jorge Alberto Soares Tenorio), publicado pela primeira vez em 13 de julho de 2017.

Acesse o artigo da pesquisa em inglês:

Follow the link to access the full research paper (in English):



Esse tipo de anfíbio, *Phyllomedusa burmeisteri*, é típico de regiões de Mata Atlântica
This type of amphibian, *Phyllomedusa burmeisteri*, is typical from the Atlantic Forest region

Foto/Photo: Murilo Padilha Magagna
Exposição Biodiversidade do curso de Ciências Biológicas/Biodiversity Exhibit organized by the Biological Sciences undergraduate program