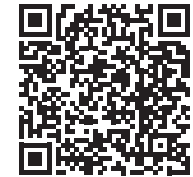




O texto a seguir é uma publicação da revista bilingue Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba, para fins de divulgação científica.

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:*



Pesquisadora estuda como transformar

RESÍDUOS DE OLARIAS EM INSUMOS PARA CONCRETO

Researcher studies how to turn

RESIDUES FROM BRICKWORKS INTO RAW MATERIAL FOR CONCRETE

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

“O brasileiro está acostumado com o concreto cinzento, não com o avermelhado”, diz a professora Cibeli Nieri
“Brazilians are used to gray concrete, and not to a reddish concrete,” says professor Cibeli Nieri

Que fazer com os resíduos gerados pela indústria da construção civil — que, segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), corresponderam em 2010 a mais de 30 mil toneladas no Brasil, considerando-se apenas os dados dos serviços públicos de coleta? Para a coordenadora do curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade de Sorocaba (Uniso), a professora mestra Cibeli Nieri, uma das respostas possíveis é: cimento.

“Normalmente esses rejeitos são encaminhados para os aterros ou descartados inadequadamente no meio ambiente. Entretanto, eles podem ser transformados em matéria-prima de qualidade para a construção civil. Com isso, a indústria, a sociedade, o poder público e principalmente a natureza acabam se beneficiando”, ela defende. Foi isso que ela estudou durante a sua pesquisa de mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Uniso, objetivando a utilização de um tipo específico de resíduo, a cerâmica vermelha, como um substituto parcial do cimento na produção de concreto.

Segundo dados do Conselho Nacional do Meio Ambiente, os resíduos cerâmicos correspondem somente na cidade de São Paulo a nada menos do que 30% dos rejeitos da construção civil. A pesquisadora aponta que, em olarias e indústrias, o volume de resíduos gerados pelo processo de produção da cerâmica vermelha, que é transformada em tijolos, blocos, tubos cerâmicos e telhas, costuma variar entre 5% e 20% do volume correspondente à fabricação total. Isso engloba tanto as peças quebradas na produção ou no transporte, quanto as peças inteiras de tijolos, telhas ou tubos que não passam nos testes de qualidade por não apresentar características técnicas para comercialização. É um número bastante expressivo por si só, que corresponde, em média, a 200 kg de resíduos a cada mil peças produzidas.

“Ainda que seja um resíduo sólido de baixa periculosidade, a cerâmica causa impacto ao meio ambiente devido ao seu volume elevado”, diz a pesquisadora. É daí que advém a importância de se usá-la na produção do concreto, como um substituto do cimento, que é um derivado do

What to do with all the waste generated by the construction industry—which according to data from the Brazilian Institute of Applied Economic Research (Ipea, in the Portuguese acronym) corresponded in 2010 to more than 30,000 tons in Brazil, considering only the amount collected by public services? According to the coordinator of Uniso’s undergraduate program in Civil Engineering, professor Cibeli Nieri, one of the possible answers is: cement.

“Usually this waste is sent to landfills or disposed of inappropriately in the environment. However, they can be transformed into quality raw material for civil construction. By doing so, the industry, the whole society, the public power, and especially nature end up benefiting,” she says. This is what she studied throughout her Master’s degree at Uniso’s graduate program in Technological and Environmental Processes, researching how a specific type of residue, the red ceramic, can be used as a partial substitute for cement in the production of concrete.

According to data from the Brazilian National Council for the Environment, ceramic waste corresponds to no less than 30% of all the waste from the construction industry in the city of São Paulo alone. The researcher points out that, in industries and brickworks, the volume of waste generated by the production of red ceramic, which is transformed into bricks, blocks, ceramic tubes, and tiles, usually varies between 5% and 20% of the total manufacturing volume. This includes both pieces that were damaged in production and transportation, and whole pieces of bricks, tiles or tubes that do not pass the quality tests due to not presenting technical characteristics for commercialization. It is a very significant amount, which corresponds to an average of 200 kg (around 440 lbs) of waste per thousand pieces produced.

“Even though ceramics are not particularly hazardous, their high volume causes an impact on the environment,” the researcher says. This is why it is important to use ceramics in the production of concrete, as a substitute for cement, which comes



Resíduos de argila vermelha divididos por tamanho de partículas
Residues of red clay divided by particle size

calcário, um recurso finito cuja extração gera muitos impactos negativos ao meio ambiente. Ou seja, quanto mais cerâmica puder ser aproveitada para substituir o cimento na hora de fazer concreto, menos cerâmica será descartada no meio ambiente e menos calcário precisará ser extraído das reservas naturais.

“Por resíduo cerâmico vermelho entendemos a argila calcinada, também classificada como pozolana artificial”, explica Nieri. “Material pozolânico é todo material natural ou artificial, silicoso ou sílicoaluminoso, que sozinho não possui nenhuma atividade aglomerante, mas que, quando finamente moído, à temperatura ambiente e na presença de água, possui a capacidade de se combinar com o hidróxido de cálcio existente no cimento. Assim, torna-se um material ligante com propriedades de cimento, o qual, depois de endurecido, se torna insolúvel em água. A

from limestone, a finite resource whose extraction causes many negative impacts on the environment. This means that if more ceramics can be used to replace cement when making concrete, less ceramics will be disposed of in the environment, and less limestone will need to be extracted from natural deposits.

“By red ceramic residue we mean the calcined clay, also classified as artificial pozzolan,” Nieri explains. “Pozzolan is any natural or artificial material, siliceous or aluminous, which alone presents no binding activity, but has the ability to combine with the calcium hydroxide present in the cement if finely milled, at room temperature and in the presence of water. Thus, it turns into a binding material with cement properties, which becomes insoluble in water after hardening. The



Uma oportunidade de melhoria para o processo é excluir as partículas inferiores a 45 micrômetros
An opportunity for improvement is to exclude particles smaller than 45 micrometers

utilização de pozolanas nos concretos pode apresentar benefícios às suas propriedades.”

Mas, para que isso seja possível, é preciso chegar numa proporção que não comprometa a qualidade do concreto resultante, o que poderia acarretar em perdas de durabilidade e segurança, por exemplo. Nem mais nem menos. As formulações com as quais Nieri trabalhou foram 10%, 20%, 30% e 40% de resíduos (em relação ao volume de cimento na mistura), adicionados em diferentes etapas do processo de produção do concreto.

Os resíduos passaram por testes de difração e fluorescência de raios-x, além do teste de reatividade pozolânica, para avaliar a composição molecular e a reatividade ao hidróxido de cálcio — vale ressaltar que foi constatado que a argila utilizada era do tipo montmorilonítica, que é menos reativa, e os valores dependem diretamente do tipo de insumo.

use of pozzolan in concrete may be beneficial to its final properties.”

However, for making this possible, it is necessary to find a proportion that does not compromise the quality of the resulting concrete, which could lead to durability and safety issues, for example. Neither more nor less. The formulations which Nieri considered were 10%, 20%, 30%, and 40% of residue (in relation to the volume of cement in the mixture), added at different stages of the concrete production process.

Residues went through X-ray diffraction and fluorescence tests, in addition to the pozzolanic reactivity test, in order to evaluate the molecular composition and the reactivity to calcium hydroxide—it is noteworthy that the clay used was of the montmorillonite type, which is less reactive, and the values depend directly on the type of raw material.

Em relação à resistência à compressão, os testes mostraram que quanto mais cimento é substituído por resíduos, menos resistente é o concreto final. Já em relação à porosidade, ocorre uma redução conforme os resíduos são acrescentados na fórmula, resultando num concreto menos permeável, mas mais durável. Os testes de curva granulométrica, voltados a identificar o tamanho das partículas, indicaram uma oportunidade de melhoria para o processo: a utilização de peneiras específicas poderia excluir partículas inferiores a 45 micrômetros, resultando num concreto de melhor qualidade. Os resultados apontaram que é possível substituir até 10% — e, eventualmente, até 20% — do cimento por material pozolânico, sem comprometer a resistência mecânica do produto final, que continuaria superior ao limite de 40 MPa (equivalentes a 400 quilogramas-força por cm²).

“De março de 2018 a fevereiro de 2019, as vendas de cimento atingiram 53,1 milhões de toneladas no Brasil. Se adotássemos a substituição parcial do cimento pelo material pozolânico, economizaríamos 5,3 milhões de toneladas de cimento ao ano”, destaca a pesquisadora, explicando que hoje o material pozolânico já é utilizado como aditivo, mas não como um substituto do cimento. “No meu ponto de vista, faltam tanto a criação de uma norma para essa substituição quanto uma mudança cultural. O brasileiro está acostumado com o concreto cinzento, e não com um concreto avermelhado. A mudança de mentalidade e a conscientização são essenciais para motivar a utilização de materiais como esses. Para vivermos num mundo mais limpo, a responsabilidade é de toda a sociedade.”

As for resistance to compression, tests showed that the final concrete becomes less resistant as more waste replaces the cement. As for porosity level, a reduction occurs as the residues are added into the mix, resulting in a less permeable but more durable concrete. Particle size testing evidenced room for improvement in the process: the use of specific meshes could exclude particles smaller than 45 micrometers, resulting in better quality concrete. The results showed that it is possible to replace up to 10%—and possibly up to 20%—of the cement by pozzolan, without compromising the final product’s mechanical strength, which would still exceed the limit of 40 MPa (equivalent to 400 kg-force per cm²).

“From March 2018 to February 2019, cement sales reached 53.1 million tons in Brazil. If we adopted the partial replacement of cement for pozzolan, we would save 5.3 million tons of cement per year,” the researcher says, explaining that today pozzolanic material is already used as an additive, but not as a substitute for cement. “In my point of view, we do need both the creation of rules for this replacement, and a cultural change. Brazilians are used to gray concrete, and not to a reddish concrete. Awareness and the changing of our mentality are essential to motivate the use of materials such as red ceramic. The whole society is responsible for a cleaner world.”

Com base na dissertação “Valorização de resíduo cerâmico vermelho em traços de concreto”, do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação do professor doutor Thomaz Augusto Guisard Restivo e aprovada em 8 de dezembro de 2017.

[Acesse o texto completo da pesquisa em português:](#)

[Follow the link to access the full text of the original research \(in Portuguese\):](#)

