

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:*



ESTUDO COMPROVA QUE É POSSÍVEL

utilizar dois tipos de lodo na fabricação de tijolos ecológicos

STUDY PROVES

that two kinds of sludge can be used in the
manufacture of ecological bricks

**Por/By: Marcel Stefano
Foto/Photo: Paulo Ribeiro**



Pesquisa de Odirlei Amaro Ferreira foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais
The research by Odirlei Amaro Ferreira was developed at Uniso's graduate program in Technological and Environmental Processes

Tentar reduzir os custos de produção do setor de reciclagem de materiais e ajudar o meio ambiente com a redução da extração de argila. Esses foram os objetivos do matemático e tecnólogo em Processo de Produção Odirlei Amaro Ferreira, que estudou o uso de lodo como complementação na produção de tijolos ecológicos, em seu mestrado desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso).

Depois de trabalhar alguns anos em uma empresa que comprava as aparas de plásticos e transformava em produtos, Ferreira percebeu que o setor de reciclagem, que trabalha com margens muito pequenas de lucros, acabava tendo um custo ainda maior por ter de tratar a sujeira impregnada nas aparas de polímeros de polietileno oriundos do processo de reciclagem. Ele, então, decidiu estudar a caracterização físico-química desse resíduo após ser lavado e, melhor ainda, adicionar esse lodo resultante na argila para a confecção de tijolos. Isso possibilitaria um lucro extra ao setor e contribuiria imensamente com o meio ambiente.

Ferreira conta que as empresas que fazem a transformação das aparas de polímeros em materiais de valores de baixo custo são responsáveis, de acordo com as normas ambientais, também pelo tratamento da sujeira liberada pelas aparas, após a lavagem. Isso acaba encarecendo demais o setor, que é imenso e produz muito no Brasil. A sacola plástica é um desses produtos fabricados. “Conforme dados de 2015 da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), a produção mundial de resinas termoplásticas foi de 260 milhões de toneladas, sendo que o Brasil é responsável por 6,3 milhões de toneladas ou 2,4% de toda a produção mundial. Atualmente, o Brasil é o país da América Latina com maior participação na produção e consumo de plásticos, cujo consumo per capita de plástico gira em torno de 35kg/habitante.”

RESÍDUOS

Ferreira argumenta em sua dissertação que 13,5% dos resíduos sólidos gerados no Brasil são polímeros. Em 2012, esses componentes representaram nada menos do que 7.635.851 toneladas, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe).

Trying to reduce the recycling industry’s production costs as well as helping the environment by reducing clay extraction. These were the goals of the mathematician and Production Process technologist Odirlei Amaro Ferreira, who studied in his master’s degree the use of sludge as complementation in the production of ecological bricks, at Uniso’s Technological and Environmental Processes Graduate Program.

After working for some years for a company which used to buy plastic scraps and turned them into plastic products, Ferreira realized that the recycling industry, which works with very low profit margins, ended up having even higher costs for having to deal with dirt impregnated in polyethylene polymer scraps originated from the recycling process. He then decided to study the physical-chemical characteristics of this residue after being washed and, better yet, to add the resulting sludge into the clay for the making of bricks. This would provide an extra profit to the industry, as well as contributing enormously to the environment.

Ferreira states that companies that process polymers into low-cost materials are responsible, according to environmental regulations, for treating dirt released from scraps after washup. This ends up making it more costly for the sector, which is huge and produces a lot in Brazil. The plastic bag is one of these manufactured products. “According to 2015 data from the Brazilian Plastic Industry Association (Abiplast, acronym in Portuguese), the world production of thermoplastic resins was 260 million tons, with Brazil accounting for 6.3 million tons, or 2.4% of all the world production. Today, Brazil is the Latin American country with the largest participation in plastic production and consumption, considering its per capita consumption of around 35 kilograms (77 pounds)/inhabitant.”

WASTE

Ferreira argues in his thesis that 13.5% of solid wastes generated in Brazil are polymers. In 2012, these components represented no less than 7,635,851 tons, according to data from the Brazilian Association of Public Cleaning and Special Waste Companies (Abrelpe, acronym in Portuguese).



Ferreira criou uma mistura de resíduos com argila para chegar à composição dos tijolos
Until getting to the brick composition, Ferreira developed mixtures of residues and clay

Por outro lado, Ferreira lembra que “a indústria extrativa mineral é um dos setores econômicos importantes para o Brasil, no que se refere ao crescimento econômico em função da extensão territorial. A atividade econômica da indústria extrativa mineral representava em 2014 um valor de 0,5% do montante de trabalhadores no Brasil. O ramo da extração da argila representa 4% do setor de extração mineral, totalizando 73.631 trabalhadores”, conforme dados de 2016 do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

On the other hand, Ferreira recalls that “regarding economic growth in relation to territorial extension, the mineral extraction industry is one of the essential Brazilian economic sectors. In 2014, economic activity of the mineral extraction industry accounted for 0.5% of the amount of workers in Brazil. The clay extraction business represents 4% of the mineral extraction sector, totaling 73,631 workers”, according to 2016 data from the Brazilian National Mineral Production Department (DNPM, acronym in Portuguese).



Modelo de tijolo ecológico resultante da pesquisa
The ecological brick model resulted from the research

Pensando nessas duas pontas, Ferreira se propôs a estudar o lodo resultante da lavagem das aparas de polímeros e adicionar esse material na argila para a produção de um tijolo ecológico. “Dentre as várias formas para o destino dos resíduos sólidos, está a incorporação/estabilização em outros materiais de certa estabilidade. O processo consiste em incorporar resíduos dentro de uma matriz sólida de boa integridade estrutural, como tijolos cerâmicos maciços e estruturais.”

Ele ressalta duas características da argila como uma boa matriz sólida: a boa resistência mecânica após a queima e o fato de ela possuir características plásticas que permitem a conformação. “Outra vantagem da incorporação do resíduo em corpos argilosos é a produção de novos produtos com apelo ecológico e com baixo custo com possibilidade de serem utilizados na construção civil.”

Como exemplo dessa aplicação, Ferreira cita que uma casa com projeto padrão de 58,64 metros quadrados utiliza 5.040 tijolos estruturais (do tipo 8 furos, 9x19x19 centímetros), totalizando uma massa de 11.088 quilos de argila. Com a adição de lodo na argila, seria possível

Considering these two points, Ferreira intended to study the resulting sludge from the washup of polymer scraps, adding this material to the clay in order to produce ecological bricks. “Among the many ways of repurposing solid waste is the incorporation/stabilization within other materials. The process consists of incorporating waste within a solid matrix with good structural integrity, such as massive structural ceramic bricks.”

He highlights two characteristics of clay as a good solid matrix: the good mechanical resistance after firing and the fact that it has plastic characteristics that allow conformation. “Another advantage of incorporating waste into clay is the production of new eco-friendly and low-cost products that can be incorporated in construction.”

As an example of this latter application, Ferreira mentions that a 58.64 m² (around 630 ft²) standard house uses 5,040 structural bricks (the one with 8 perforations, 9x19x19 cm, or 3,5x7,5x7,5 inches), totaling a mass of 11,088 kilograms (24,445 pounds) of clay. By adding sludge into the clay, it would be possible to save 10% of this amount, namely 1,108 kilograms (2,443 pounds) of clay. “This incorporation could extend clay

economizar 10% desse total, ou seja, 1.108 quilos de argila seriam poupados. “Esta incorporação poderá prolongar o tempo de vida das jazidas de argila e, ao mesmo tempo, contribuir com o meio ambiente”, argumenta ele, no estudo.

ENSAIOS E RESULTADOS

Para a obtenção dos resultados desse tijolo ecológico, o pesquisador fez experimentos e ensaios divididos em três momentos: primeiro, com o lodo, depois com a argila e tijolos de argila e, finalmente, com tijolos de argila acrescida de lodo. Nessas experimentações, foram analisadas 16 características, tais como umidade, densidade, potencial hidrogeniônico (pH – que mede a acidez), limite de liquidez, limite de plasticidade, densidade hidrostática e aparente, a dilatométrica, perda ao fogo, compressão e retração linear.

Na dissertação, todos esses testes e outros mais realizados com os produtos são descritos e conceituados de acordo com as especificações das normas regulamentadoras e padrões técnicos usados. Os testes foram realizados em três laboratórios: no Núcleo de Estudo Ambientais (Neas) da Uniso, no Instituto de Pesquisa Energética e Nucleares (IPEN) e na Escola Politécnica da Engenharia Química da Universidade de São Paulo (USP).

Antes de dar início à produção de tijolos, Ferreira fez a análise de todo o material que utilizaria para obter a caracterização físico-química desse resíduo, bem como da argila que seria utilizada. Conhecidos esses aspectos, ele passou efetivamente à produção e avaliação dos tijolos.

Para a realização desses testes, o pesquisador trabalhou com dois tipos de amostra de tijolos, compostos de argila e mais 5% ou 10% de lodo. “Foram pesadas massas de argila no montante de 2,7 kg e adicionado material de lodo seco a 60°C e peneirado em malha 600 microns nas proporções desejadas (5% e 10%). Uma quantidade de água de 20% em peso foi adicionada à massa resultante enquanto se procedia a mistura dos componentes até se obter homogeneidade completa e boa moldabilidade da mistura, a ponto de poder ser manuseada e preencher a cavidade do molde para compactação.”

deposits’ lifetime and at the same time contribute to the environment”, he defends in the study.

TRIALS AND RESULTS

To obtain the results concerning this ecological brick, the researcher conducted three phases of experiments and tests: firstly, with the sludge, then with the clay and clay bricks, and finally with clay bricks containing sludge. In these experiments, 16 characteristics were analyzed, such as moisture, density, potential of hydrogen (pH, which measures the acidity), liquid limit, plastic limit, hydrostatic and apparent density, dilatometry, shrinkage due to firing, compression, and linear retraction.

In the thesis, all these tests which were performed on the products and many more are described and conceptualized according to the specifications of regulations and technical standards in use. Tests were carried out in three laboratories: Uniso’s Nucleus for Environmental Studies (Neas, acronym in Portuguese), at the Energy and Nuclear Research Institute (IPEN, acronym in Portuguese), and at the University of São Paulo’s Chemical Engineering Polytechnic School (USP, acronym in Portuguese).

Before starting manufacturing the bricks, Ferreira analyzed all the material which would be used, in order to obtain the waste’s physical-chemical characterization, as well as the clay’s. Keeping these aspects in mind, he carried on to the production and evaluation of bricks.

In order to perform these tests, the researcher worked with two types of brick samples, one made of clay, and another with 5% or 10% of added sludge. “2.7 kg (6 pounds) of clay were weighed, then dry sludge material was added, after being dried at 60 °C (140 °F) and sifted in a 600 microns mesh screen in the desired proportions (5% and 10%). A corresponding amount of 20% of water was added, and the components were blended until reaching complete homogeneity and good malleability, so the resulting mix could be handled and filled into the cavity of the compaction mold.”

This material was placed into a mold, pressed with a 500 kilograms (1,102 pounds) load and removed in

Esse material foi colocado em um molde, prensado com carga de 500 quilos e retirado em forma de tijolos, que, daí sim, foram compactados em moldes de 45x95,3 milímetros, passaram por análise de retração linear pós-queima, ensaio de compressão, densidade hidrostática, densidade aparente e análise dilatométrica, que é uma técnica cujo princípio do teste consiste na medição das variações dimensionais que sofre um corpo de prova quando submetido a um ciclo de aquecimento definido.

CONCLUSÃO

Os resultados de seu estudo mostraram que o resíduo pode ser incorporado em massa cerâmica para produção de tijolos cerâmicos. “A incorporação de 10% do lodo atende à NBR 7170, que estabelece uma resistência mínima à compressão de 2,5 Mpa, porém, reduz em cerca de 10% a resistência de compressão, comparado com a argila estudada. Entretanto, em geral, atende às propriedades físicas e tecnológicas do material cerâmico, conforme as normas.”

Apesar do resultado da pesquisa ter sido favorável, Ferreira lembra que, para que o lodo seja adicionado à argila nas olarias, seria necessário ampliar a escala de todo esse processo de produção, o que exige um investimento um tanto alto às olarias, pois demandaria compra de estufas, ou grandes áreas de secagem, além de equipamento de análise para estudar a caracterização físico-química de cada novo lodo, a fim de verificar se há compatibilidade e se não há outras substâncias mais ambientalmente complicadas, como metais pesados. Como a sujeira encontrada nas aparas de polímeros não é sempre a mesma, esse controle seria necessário para essa produção.

the shape of bricks, which were then compacted into molds of 45x95.3 millimeters (1,77x3,75 inches), and went through the following tests: linear retraction after firing, compression, hydrostatic density, apparent density, and dilatometric analysis, which is a technique whose principle consists of measuring the variation of dimensions undergone by a test piece during a defined heating cycle.

CONCLUSION

His study’s conclusion showed that this waste can be incorporated into ceramic mass for the production of ceramic bricks. “The incorporation of 10% of sludge complies with Brazilian technical regulations for solid bricks (NBR 7170, which establishes a minimum compression strength of 2.5 MPa), but reduces the compression strength by 10% in comparison to the studied clay. However, in general, it meets the requirements when it comes to physical and technological properties of ceramic material, according to the regulations.”

Despite the research’s result being favorable, Ferreira recalls that, for the sludge to be added to clay at brickyards, it would be necessary to expand the scale of this entire production process, which requires considerably high investments from these brickyards, since it would be necessary to buy hothouses, or large drying sites, besides the analysis equipment required to study the physical-chemical characteristic of each new kind of sludge, in order to check for compatibility and the absence of other environmentally complicated substances such as heavy metals. Considering that dirt found in polymer scraps is not always the same, this kind of controlling would be necessary for this production.

Com base na dissertação “Estudo do aproveitamento de lodo proveniente do processo de reciclagem de aparas de polímero”, 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 fevereiro de 2017.

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

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



Foto/Photo: José Neto

Universidade recebe estudantes em mais de 60 cursos de graduação
The University of Sorocaba hosts students of more than 60 undergraduate programs