

3.03.05.00-4 – Materiais não metálicos.

## VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: FORMULAÇÕES DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO COM PÓS DAS CASCAS DE SURURU

Paulo C. do Carmo<sup>1</sup>, Amanda T. da Costa<sup>2</sup>, Janaina A. Junkes<sup>3</sup>

1. Estudante de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes, UNIT.
2. Estudante de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes, UNIT.
3. Professora do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologias e Políticas Públicas (SOTEPP) do Centro Universitário Tiradentes, UNIT.

### Resumo:

O sururu (*Mytella falcada* Orbigny) é o principal marisco produzido em Maceió-AL, obtido por meio da pesca de subsistência. Estimasse que cerca de 75% do peso total é de sua casca, que até o presente momento é descartada irregularmente. Dentre os problemas causados por esse resíduo, destacam-se a poluição visual, com os sambaquis, a proliferação de doenças, soterramento do mangue, além de contaminar a água e alterar o ecossistema local. O objetivo desta pesquisa é aproveitar o material de descarte do sururu na produção de tijolos solo-cimento, substituindo porcentagens do cimento pelo pó das conchas do sururu. Este tijolo é constituído por uma mistura compactada de solo, cimento Portland e água, em proporções estabelecidas pela norma ABNT NBR 8491/2012. Apesar do resíduo apresentar baixa atividade pozolânica, por meio dos ensaios de compressão e de absorção de água, espera-se conferir a viabilidade em sua utilização, e prover uma destinação mais nobre a esse resíduo, agregando ao produto final um valor socioambiental.

**Autorização legal:** Processo nº 60030 000136/2017 (FAPEAL).

**Palavras-chave:** Sururu, Tijolo solo-cimento, Resíduos Sólidos

**Apoio financeiro:** PROBIC/FAPEAL

### Introdução:

O sururu é utilizado no desenvolvimento de diversos pratos típicos da região maceioense, e é uma marca registrada do local. No entanto, a matéria orgânica, que é utilizada na culinária, corresponde a apenas 25% do peso do marisco, e a casca, como não é aproveitada, acaba sendo descartada na maioria das vezes de forma incorreta, ocasionando diversos problemas, tais como: mau cheiro, poluição visual, proliferação de doenças, soterramento do mangue e ainda pelo fato deste resíduo ser pontiagudo pode ocasionar ferimentos quando em contato com a pele [SOUZA *et al.*, 2015].



Figura 01 - Resíduo gerado pela produção de Sururu (Maceió, os autores).

De acordo com DALLAROSA (2011), as cascas de moluscos são ricas em carbonato de cálcio e o mesmo possui larga aplicabilidade em diversas áreas industriais, tais como: cimento, papel, materiais refratários, plásticos, borracha, tintas, adesivos, inseticidas, pesticidas, produtos alimentícios e farmacêuticos, catalisadores, absorventes, clarificantes, fertilizantes, gesso, auxiliares de filtração, cosméticos, produtos químicos, detergentes e abrasivos, além de cargas de enchimento para diversas finalidades. Este trabalho tem como objetivo, produzir um tijolo prensado, aproveitando o resíduo do sururu (as cascas), como aditivo e/ou em substituição de percentuais de cimento.

O tijolo solo-cimento é constituído por uma mistura compactada de solo, cimento Portland e água, em proporções estabelecidas pela norma ABNT NBR 12253/92. De acordo com a ABCP (1987), o uso do solo-cimento na construção de habitações populares permite uma grande economia, com redução de custos que pode atingir até 40% do custo total da obra. Além disso, os tijolos podem ser moldados “in loco”, sem necessitar de gastos com transporte.

Além de baratear o custo desse tipo de tijolo, e diminuir gastos com cimento, será dado um destino

ambientalmente correto a essas conchas, que geralmente são descartadas na rua ou em caçambas próximas ao local de preparo do sururu. A retirada dos resíduos de locais impróprios contribui para diminuição da poluição visual, do mau cheiro, da proliferação de doenças, do soterramento do mangue, dentre outros problemas que a disposição incorreta das conchas do sururu trás para quem vive próximo a esta região.

## Metodologia:

Este trabalho teve seu desenvolvimento dividido nas atividades de coleta e caracterização dos materiais, confecção dos tijolos e ensaios de compressão e absorção de água. Foi feito um levantamento de dados acerca dos materiais necessários e um estudo sobre o Sururu e como sua casca poderia ser utilizada no tijolo solo-cimento.

O primeiro passo foi a coleta do Sururu no bairro do Vergel em Maceió, foram preenchidas duas bombonas de 50 litros com as cascas, totalizando cerca de 25kg. As cascas passaram pelo processo de lavagem e secagem, afim de se retirar todo o material orgânico restante, esse processo foi feito manualmente pelos alunos envolvidos e durou cerca de cinco dias. Logo após, as cascas de sururu passaram pelo processo de cominuição, em que foi feita a diminuição de granulometria através do moinho de bolas e a sua granulometria foi avaliada através de ensaio de distribuição granulométrica a seco por peneiramento de acordo com a NBR 7181 de análise granulométrica. Após a análise granulométrica das cascas foi realizado o ensaio de espectrometria de fluorescência de raios X tanto nas cascas como no cimento, a fim de identificar os elementos químicos presentes na amostra, bem como a concentração de cada um na mesma.

O solo foi coletado nas proximidades do Centro Universitário, na Comunidade Santo Onofre (Latitude - 9.630703°; Longitude -35.704013°), onde a pesquisa foi desenvolvida e foi realizada a análise granulométrica de acordo com a NBR 7181, a determinação do Limite de Liquidez, de acordo com a NBR 6459 e a determinação do Limite de Plasticidade de acordo com a NBR 7180. Esses ensaios determinaram que o solo coletado se adequava às características exigidas para o solo do tijolo prensado. Ainda, foi realizada uma correlação entre a casca do sururu e o cimento e assim avaliar a viabilidade de substituição parcial ou total de um material pelo outro.

Para a produção dos tijolos prensados foi utilizado o cimento CP II Z, usado corriqueiramente na região, e que contém adição de material pozolânico que varia de 6% a 14% em massa, o que confere ao cimento menor permeabilidade, sendo ideal para obras subterrâneas, principalmente em presença de água [MARQUES, 2015].

A água utilizada estava livre de impurezas conforme prescreve a norma.

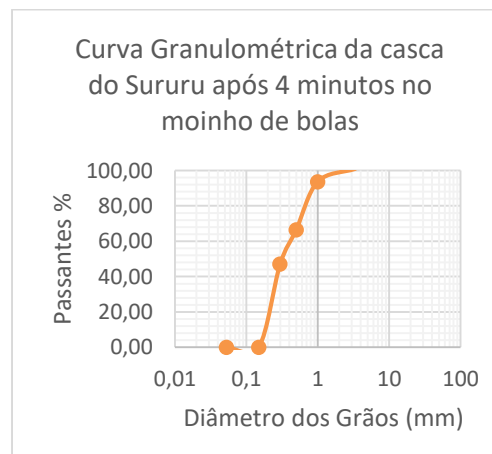
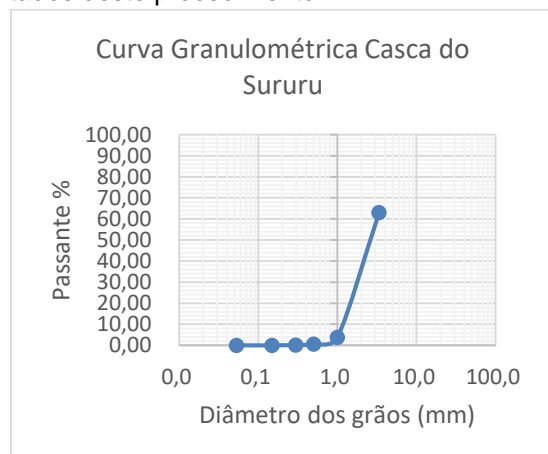
Após a adequação dos materiais, foram confeccionados os tijolos ecológicos em uma prensa hidráulica, realizando formulações com substituição de 5% a 10% de cimento pela casca de Sururu, para que então fosse feito os testes para definir as propriedades do tijolo solo-cimento e suas adequações às normas.

## Resultados e Discussão:

### 1. Caracterização dos materiais:

#### 1.1. Casca de Sururu:

A casca passou por dois processos de cominuição, o primeiro manual, com o intuito de facilitar o processo da mesma no moinho de bolas, e em seguida no moinho de bolas para deixa-lá com a granulometria equivalente ao do cimento. O tempo que o material ficou no moinho de bolas foi de 4 minutos. Os gráficos abaixo representam os resultados deste procedimento.



Além disso, foi realizado o ensaio Fluorescência de Raios X (FRX) com a casca do Sururu e fez-se uma

análise comparativa com o cimento Portland como é vista na Tabela 1, para que fosse definida a viabilidade da substituição em porcentagens do cimento pelo Sururu.

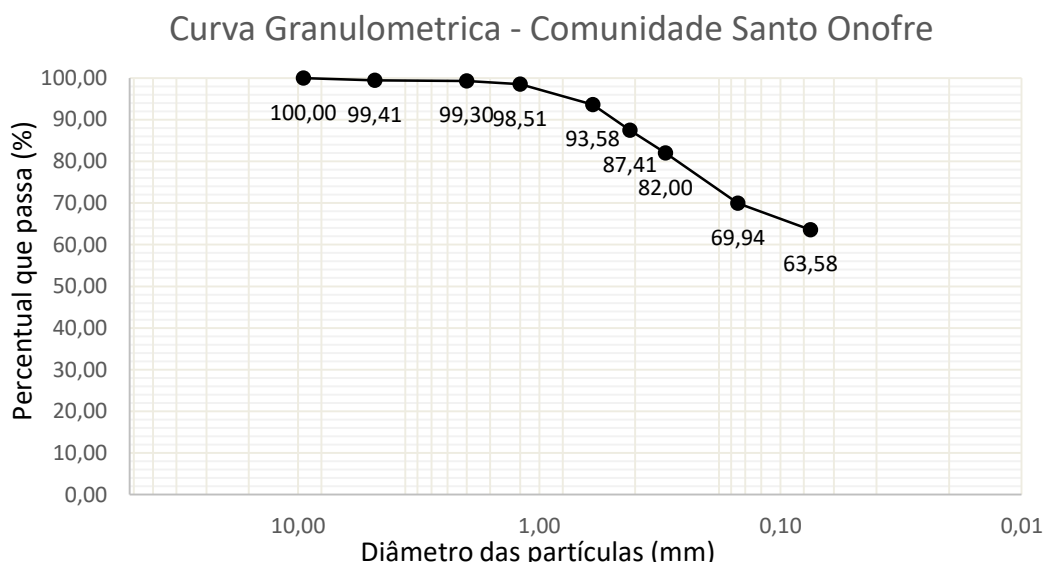
Tabela 1. Elementos da Casca do Sururu e do Cimento Portland

ELEMENTOS majoritários	TEOR EM %	
	Sururu	Cimento Portland (CPII)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,01	5,2
SiO <sub>2</sub>	8,61	21,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,52	3,9
CaO	42,8	65
Outros	2,46	4,8

\* sururu apresenta 43,6% de perda ao fogo

### 1.2. Solo:

Segundo a NBR 10833, o solo para o tijolo solo-cimento deve ter um limite de plasticidade  $\leq 18\%$ , um limite de liquidez  $\leq 45\%$  e ter entre 10% a 50% de solo passando pela peneira de 0,75 mm e sua totalidade passando na peneira de 4,8mm. O solo obtido, teve o limite de Liquidez em 34% e o limite de Plasticidade em 18%, e como pode ser visto na curva granulométrica, o solo é bem graduado, ou seja, possui vários tamanhos de grãos, atendendo assim aos requisitos da norma.



## 2. Ensaio nos tijolos:

### 2.1. Resistência a compressão dos tijolos:

A norma NBR 8492 prescreve um valor médio maior ou igual a 2,0 MPa aos 14 dias. A tabela abaixo apresenta as formulações utilizadas para os tijolos em um teste preliminar, seguido dos resultados obtidos no ensaio de resistência a compressão dos tijolos. Devido a divergência dos resultados, como observado pelo desvio padrão dos grupos analisados em cada composição, o ensaio será refeito já que até as composições padrões deram resultados abaixo do esperado. Acredita-se que a homogeneização manual e a falta de experiência no processo de prensagem dos tijolos foi o que comprometeu o resultado, já que os materiais caracterizados atendem aos requisitos para confecção dos tijolos. O intuito do ensaio preliminar foi ter uma maior familiaridade com o processo de fabricação dos tijolos já que a experiência do grupo com o mesmo era pouca, para isso foi realizado em menor quantidade, para ser mais preciso a prensagem de 5 tijolos de cada composição.

Tabela 2 – Composições dos Tijolos

Composições adotadas e resistência a compressão dos tijolos					
Composições	Cimento (%)	Solo (%)	Sururu (%)	Resistência a Compressão (MPa)	Desvio Padrão (MPa)
Composição 1	15	85	0	0,91	0,20

<b>Composição 2</b>	13	85	2	0,90	0,07
<b>Composição 3</b>	10	85	5	0,62	0,08

## 2.2. Absorção de água:

O ensaio de absorção de água foi realizado segundo a NBR 8492, onde inicialmente os tijolos são secos em estufa e pesados. Em seguida, são imersos em água por 24 horas, de onde serão retirados para nova pesagem e cálculo dos respectivos valores de absorção:

$$A = [(M2-M1) / M1] \times 100$$

Onde:

A = Absorção de água em porcentagem;

M1= Massa do tijolo seco em estufa;

M2 = Massa do tijolo saturado.

A norma brasileira recomenda uma absorção máxima de 20% de água, o que foi atendida em todas as formulações testadas. Além disso, foi observado que a quantidade de pó de Sururu está diretamente relacionada com a absorção de água.

**Tabela 3 – Absorção de água**

<b>Composições</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
<b>Composição 1</b>	14,48%
<b>Composição 2</b>	8,28%
<b>Composição 3</b>	12,87%

## Conclusões:

O tijolo solo cimento utilizando a casca do sururu em sua composição é uma inovação que pode trazer benefício aos maricultores como uma nova fonte de renda e também uma utilização mais nobre do resíduo que até então é descartado de forma irregular. Para as formulações testadas os tijolos apresentaram resultados abaixo do exigido em norma o que pode ter sido ocasionado pela homogeneização manual e a falta de experiência no processo de prensagem dos tijolos. Os ensaios serão refeitos com auxílio de um misturador e com maior rigorosidade, para que as informações fornecidas tenham maior especificação. Espera-se que ao final deste processo sejam atendidas as exigências da ABNT NBR 8492.

## Referências bibliográficas:

- ABNT NBR 12253/2012 – Solo-Cimento – Dosagem Para Emprego Como Camada de Pavimento (ABNT, 2012). ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, *Solo-Cimento – Dosagem Para Emprego Como Camada de Pavimento*: NBR 12253. Rio de Janeiro.
- ABNT NBR 10833/12 – Fabricação de Tijolo Maciço e Bloco Vazado de Solo-Cimento com a Utilização de Prensa Hidráulica – Procedimento (ABNT, 1989). ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989, *Fabricação de Tijolo Maciço e Bloco Vazado de Solo-Cimento com a Utilização de Prensa Hidráulica – Procedimento*: NBR 10833. Rio de Janeiro.
- ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. EC-4: Solocimento na habitação popular. 2 ed. São Paulo, 1987.
- DALLAROSA, A. Z. Proposta de melhoria no processo industrial do carbonato de cálcio apoiada em modelo de referência do desenvolvimento de produto e processo. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, universidade tecnológica federal do paraná – UTFPR., 2011.
- MARQUES, S. K. J., Produção de tijolos resíduo-cimento usando cascalho de perfuração e cinza do bagaço de cana-de-açúcar. Tese de doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, 2015.
- MEHTA, P.K., "Greening of the concrete industry for sustainable development", Concrete International, v. 24, n. 7, pp. 23-28., 2002.
- M. PELINO, "Valorisation and Recycling of Industrial Wastes". BRE2-CT94-1018, Project Report, 1997.
- PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente: (<http://web.unep.org/regions/brazil>) (acesso às 20h26min de 18 de setembro de 2016).
- SOUZA, A. B. B., SILVA, N. M., AQUINO, D. F. S., SOUZA FILHO, H. N. Viabilidade econômica e ambiental

do uso de conchas de ostras e mariscos: estudo de caso na comunidade de nossa senhora do Livramento-PB. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2015.