



**Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015**

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

## **FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS COM REFUGO DOS MESMOS E ADIÇÃO DE RESÍDUO SIDERÚRGICO PÓ DE DESPOEIRAMENTO**

Fiama Gomes da Costa<sup>1</sup> - Unifesspa  
Mário Andrean Macedo Castro<sup>2</sup> - Unifesspa  
Elias Fagury Neto<sup>3</sup> - Unifesspa  
Adriano Alves Rabelo<sup>4</sup> - Unifesspa

**Eixo Temático/Área de Conhecimento:** Tecnologia e Produção

### **1. INTRODUÇÃO**

As variedades de tecnologias para a construção de moradias tendem aumentar cada vez mais com o passar dos anos, devido a diversos fatores que agregam essa necessidade. Os pontos fundamentais para essa situação baseiam-se em questões ambientais assim como a disponibilidade, proximidade, custo das matérias-primas, facilidade e tempo gasto na construção, pois o principal objetivo é tornar viável a produção de determinadas tecnologias em conjunto com a sua manutenção. O tijolo solo-cimento, também conhecido como tijolo ecológico, apresenta-se como uma possível opção ou solução para essa nova demanda de tecnologias alternativas e ecologicamente corretas, pois há um baixo custo de operação e utilização de materiais de amplo acesso.

Sabe-se que a indústria siderúrgica gera diversos resíduos que a princípio seriam descartados na natureza sem nenhum tipo de reaproveitamento, um exemplo é o pó de despoeiramento (PD) que é um resíduo sólido gerado como particulado das emissões provenientes da produção de aço em fornos elétricos a arco (FEA), que são filtrados pelo sistema de despoeiramento [1]. Conforme a NBR 10004 [2] os lodos ou poeiras provenientes do sistema de controle de emissão de gases empregado na produção de aço primário em fornos elétricos, são classificados como resíduos tóxicos, onde seus constituintes perigosos são o cromo hexavalente, chumbo e cádmio. Esse resíduo foi inserido em proporções variadas no tijolo solo-cimento, viabilizando então uma possível utilização do mesmo. Ainda com o objetivo de se reaproveitar outros materiais, triturou-se os tijolos eliminados pela própria fábrica, onde no presente trabalho é denominado de refugo dos tijolos solo-cimento (RT), no qual foi inserido em algumas composições juntamente com o resíduo siderúrgico.

Por essas questões, o objetivo do trabalho é analisar os tijolos solo-cimento com variados tipos de proporções entre as matérias primas, por meio de testes de absorção de água, resistência à compressão e distribuição granulométrica.

### **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Materiais (FEMAT/IGE/Unifesspa). Bolsista do Programa Institucional de bolsas de Extensão. E-mail: fiama\_gomes13@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Materiais (FEMAT/IGE/Unifesspa). Bolsista do Programa Institucional de bolsas de Extensão. E-mail: marioandreaan10@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais. Professor associado da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Diretor do Instituto de Geociências e Engenharias. E-mail: efagury@gmail.com

<sup>4</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais. Professor associado da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Diretor da Faculdade de Engenharia de Materiais. Coordenador do Programa de Extensão Uso de Resíduos Siderúrgicos em Produtos cerâmicos. E-mail: adriano@unifesspa.edu.br.

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

O solo utilizado no processo de fabricação dos tijolos é do tipo arenoso, composto por cerca de 70% de areia e menos de 15% de argila. O cimento utilizado foi CP 2Z-32 que é empregado em obras civis em geral, produção de argamassas e concreto simples e é composto com 6 a 14% de pozolana e de 76 a 90% de clínquer mais gesso [3]. O pó de despoeiramento foi concedido pela empresa siderúrgica Sinobras S.A. em quantidade necessária para a fabricação dos tijolos de acordo com a proporção estabelecida na Tab. 1. O traço definido para a fabricação dos corpos de prova foi em uma proporção de 1:6, ou seja a quantidade de cimento é fixa independentemente da composição. Na Tab. I é possível identificar os valores estabelecidos para cada composição com a inserção do rejeito e refugo, no qual o volume do cimento foi de 3,4 L em todas as composições.

Tabela 1: Proporções entre as matérias primas pó de despoeiramento e/ou refugo do tijolo

Composições	Solo		Pó de despoeiramento		Refugo do tijolo	
	Litros	%	Litros	%	Litros	%
A	15,12	90,0	1,7	10	-	-
B	15,54	92,5	1,3	7,5	-	-
C	15,16	95,0	0,8	5,0	-	-
D	16,4	97,5	0,4	2,5	-	-
E	13,44	80,0	1,7	10	1,7	10
F	13,8	82,5	1,3	7,5	1,7	10
G	14,28	85,0	0,8	5,0	1,7	10
H	14,7	87,5	0,4	2,5	1,7	10
I	11,76	70,0	1,7	10,0	3,4	20
J	12,1	72,5	1,3	7,5	3,4	20
K	12,6	75,0	0,8	5,0	3,4	20
L	13	77,5	0,4	2,5	3,4	20

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio de peneiramento foram calculadas as massas retidas e a porcentagem do passante acumulado da argila, PD e RT, obtendo-se as curvas de distribuições granulométricas apresentadas na Fig. 1.

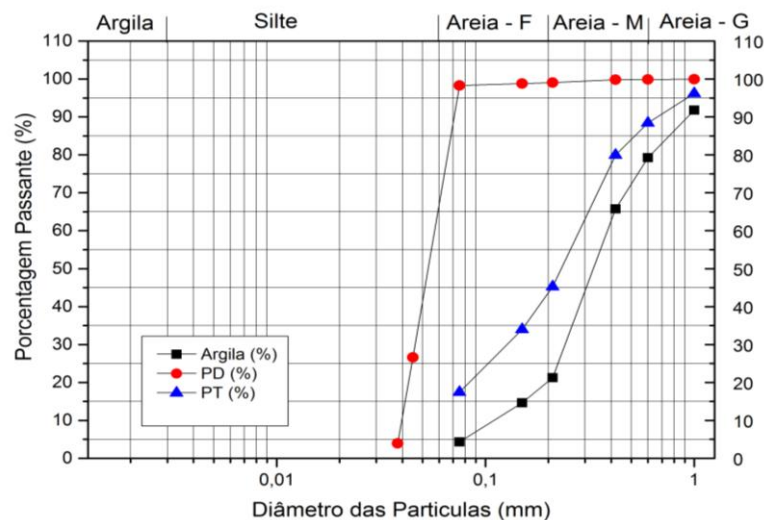


Figura 1: Distribuição granulométrica da Argila, PD e RT.

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

De acordo com o gráfico, o PD variou entre a escala correspondente de silte à areia grossa, tendo em vista que cerca de 90% corresponde aos grãos de tamanho silte. Observa-se também que a granulometria da argila e PD encontram-se numa escala de tamanho variando entre areia fina e areia grossa, sem a presença de grãos muito finos, onde no solo cerca de 70% dos grãos correspondem á grãos médios de areia.

Os resultados da absorção de água são apresentados na Fig. 2, relacionando as proporções do resíduo siderúrgico em cada composição.

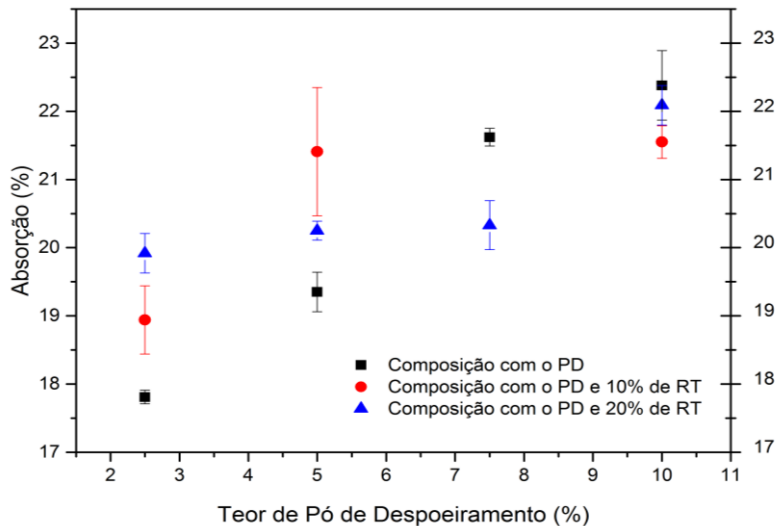


Figura 2: Ensaio de absorção dos tijolos

Os valores exigidos pela norma [5] para o teste de absorção equivalem a menor ou igual a 22% para valores individuais e menor ou igual a 20% para média. Com base nesses parâmetros as composições C, D, F, G, H e L satisfazem aos valores citados. A composição original, ou seja sem inserção de resíduos, não alcançou os valores ideais para o testes de absorção de água, cujo o resultado foi de 24% para a média das amostras.

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão são apresentados na Fig. 3.

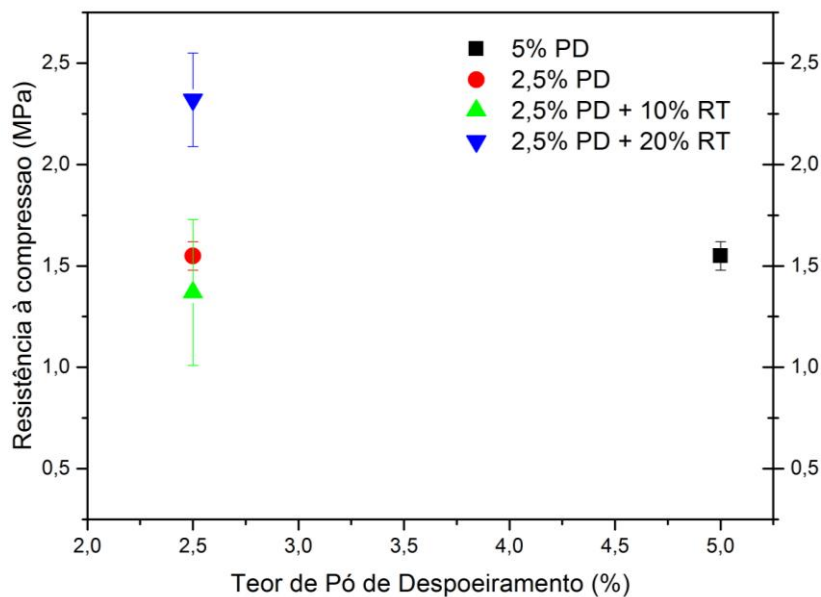


Figura 3: Ensaio de compressão dos tijolos

Unifesspa - 21 a 25 de Setembro de 2015

I Seminário de Projetos Integrados  
I Jornada de Extensão  
I Seminário de Iniciação Científica  
I Encontro de Pós-Graduação

A norma [5] estabelece um valor individual maior ou igual a 1,7 MPa e maior ou igual a 2,0 MPa para a média das amostras. Dentre estes parâmetros, o teste de resistência à compressão para a composição original resultou em um valor de 1,1 MPa. As composições C,D e H também não alcançaram os exigidos, ao contrário da formulação L, que atingiu uma média de 2,32 MPa, atendendo assim os parâmetros estabelecidos pela norma.

Para obterem-se os limites de Atterberg, o solo foi ensaiado no aparelho Casagrande e placa esmerilhada. Este solo apresenta alta plasticidade, ou seja, o material torna-se mais compressível.

Os valores são mostrados na Tab. 3.

Tabela 3: Resultados dos limites de liquidez, plasticidade e índice de plasticidade.

Limite de Liquidez (%)	29,88
Limite de Plasticidade (%)	13,50
Índice de Plasticidade (%)	16,38

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, com todas as análises e valores obtidos do solo, observou-se que o mesmo é um solo bastante arenoso e que não apresenta plasticidade. O cimento nos tijolos ecológicos tem a função de formar aglomerados com os grãos mais grossos, conferindo mais resistência mecânica. De acordo com os resultados da Fig.1 o PD possui uma granulometria composta de grãos muito finos, o que resulta em uma diminuição da resistência à compressão, pois o cimento vai apresentar dificuldades em aglomerar os grãos mais grossos, e isso fará com que o tijolo diminua sua resistência.

O conceito de utilização de poeiras de aciaria no processo de fabricação de produtos cerâmicos baseia-se na possibilidade de reforçar as propriedades mecânicas do produto, além da capacidade de alumínio silicatos de se incorporar com a estrutura cristalográfica de metais pesados, causando a sua ligação permanente [4]. Nos ensaios de resistência à compressão as amostras C, D e H não apresentaram valores satisfatórios, diferentemente da amostra L que mostrou valores de acordo com as exigências. Uma possível explicação para esse fator, é que a composição L contém o menor teor de PD e o maior teor de RT, criando uma proporção mais adequada entre os rejeitos sem que a função do cimento seja afetada negativamente.

Portanto, o PD pode vir a ser uma opção de reaproveitamento de resíduo siderúrgico nos tijolos solo-cimento, isso se aplicado em proporções viáveis.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] FAY, L. **Aproveitamento de resíduos siderúrgicos para a fabricação de elementos construtivos para alvenarias na construção civil**. 2006. Tese de doutorado em ciências em engenharia civil., UFRJ Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas: **NBR 10004. Resíduos sólidos – Classificação**. Segunda edição. 2004.
- [3] Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia básico de utilização do cimento Portland**, São Paulo, SP, 28p, 7.ed, 2002.
- [4] T. LIS, K. NOWACKI. **Options of utilising steelmaking dust in a non-metallurgical industry**, *Metalurgija, Katowice, PL*, v.51 n.2, p. 257-260, 2012.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas : **NBR 10834. Bloco vazado de solo cimento sem função estrutural**. Segunda edição. 1994.