



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

DESENVOLVIMENTO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS COM ADIÇÕES DE REFUGO DA PRODUÇÃO E RESÍDUO SIDERÚRGICO PÓ DE BALÃO

Mário Andrean Macedo Castro¹ - Unifesspa
Fiama Gomes da Costa² - Unifesspa
Elias Fagury Neto³ - Unifesspa
Adriano Alves Rabelo⁴ - Unifesspa

Agência Financiadora: PIBEX/PROEX

Eixo Temático/Área de Conhecimento: Tecnologia e Produção

1. INTRODUÇÃO

No mundo globalizado, muitos setores de produção buscam investir em alternativas tecnológicas para evitar qualquer tipo de agressão ao meio ambiente, embora nem sempre se obtenham bons resultados. Nesse contexto encontram-se as siderurgias e os resíduos que são liberados na produção do ferro gusa.

Um dos resíduos siderúrgicos é o pó de balão, também chamado de *Charcok*, que é oriundo do alto-forno. Ele é um material coletado pelo sistema a seco dos gases de alto-forno, cuja geração fica entre 28 a 45 kg para cada tonelada de ferro gusa produzido, e é despejado a céu aberto em *bags* nos pátios das indústrias, podendo contaminar solo, ar e água, e a saúde respiratória das pessoas ⁽¹⁾.

Tijolo solo-cimento é um produto alternativo de baixo custo, obtido pela mistura de solo, cimento e água. Após a hidratação das peças e cura do cimento, o tijolo ganha coesão e durabilidade suficiente para diversas aplicações ⁽²⁾.

Neste trabalho foram feitos testes com diferentes teores do rejeito siderúrgico pó de balão inserido na produção de tijolos solo-cimento não estruturais. Em algumas formulações foi inserido além do rejeito, o refugo da própria produção dos tijolos, após moídos a pó. Os ensaios realizados foram análise química do pó de balão, índice de plasticidade do solo, e análises granulométricas do resíduo, do solo e do refugo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O solo que se utilizou para a produção dos tijolos foi do tipo arenoso composto em 70% por **areia** e menos de 15% de **argila**, possui uma textura leve e consistência granulosa com grãos grossos, médios e finos, alta porosidade e permeabilidade, pouca umidade, pobre em nutrientes, água e deficiente em cálcio ⁽³⁾. O cimento que se trabalhou foi o CP 2Z-32, que de acordo com a NBR 11578 contém adição de material pozolânico que varia de 6% a 14% em massa, o que confere ao cimento menor permeabilidade, além de poder conter adição de fíler, um material carbonático, no limite máximo de 10% em massa. ⁽²⁾.

Os critérios adotados para o traço levaram em conta a alteração da quantidade de solo em diferentes volumes, considerando algumas das características negativas apresentadas por ele, sendo substituído pelo pó de balão ou combinações entre pó de balão e refugo da produção do tijolo solo-cimento. A quantidade de cimento foi a mesma para todas as formulações.

¹ Graduando em Engenharia de Materiais (FEMAT/IGE/Unifesspa). Bolsista do Programa Institucional de bolsas de Extensão. E-mail: marioandreaan10@hotmail.com

² Graduando em Engenharia de Materiais (FEMAT/IGE/Unifesspa). Bolsista do Programa Institucional de bolsas de Extensão. E-mail: fiama_gomes13@hotmail.com

³ 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

⁴ 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

A composição de referência do tijolo solo-cimento e formulações propostas com a adição do rejeito pó de balão e do refugo está discriminada na Tab. 1.

Tabela 1: Formulações dos tijolos com o pó de balão e/o refugo do tijolo.

Identificação das composições	Solo		Pó de balão		Refugo	
	(Litros)	(%)	(Litros)	(%)	(Litros)	(%)
Referência	16,80	100	0	0	0	0
A	15,16	95	0,84	5	0	0
B	14,32	90	1,68	10	0	0
C	14,28	85	2,52	15	0	0
D	13,44	80	3,36	20	0	0
E	14,28	85	0,84	5	1,68	10
F	13,44	80	1,68	10	1,68	10
G	12,60	75	2,52	15	1,68	10
H	11,76	70	3,36	20	1,68	10
I	12,60	75	0,84	5	3,36	20
J	11,76	70	1,68	10	3,36	20
K	10,92	65	2,52	15	3,36	20
L	10,08	60	3,36	20	3,36	20

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pó de balão apresenta coloração preta, com textura de cinza, devido ao processo no qual é gerado. Sua composição química tem maior predominância de Fe_2O_3 , como se observa na Tab. 2.

Tabela 2: Composição química aproximada do resíduo pó de balão.

Elementos Presentes	Porcentagem (%)
Fe_2O_3	57
SiO_2	12
Al_2O_3	2,0
P_2O_5	0,05
CaO	3,0
MgO	0,1
C	20

A distribuição granulométrica é apresentada na Fig. 1. Verifica-se a predominância de tamanho equivalente ao de areia média, com tamanho médio de aproximadamente 0,3 mm para o pó de balão e solo, enquanto o refugo apresenta distribuição levemente mais grossa, com tamanho médio de 0,4 mm, todos bastante apropriados para a produção de tijolos solo-cimento.

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

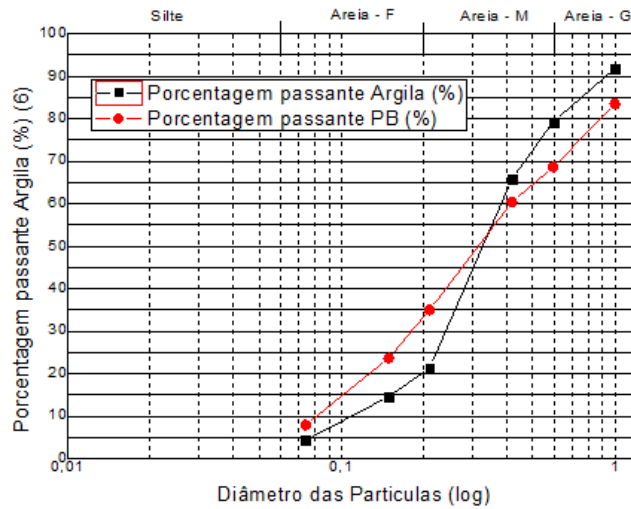


Figura 1. Distribuição granulométrica do pó de balão e argila.

Na Tab. 3 têm-se os valores dos Limites de Atterberg. Segundo a classificação dos solos quanto ao índice de plasticidade, para esse valor, esse solo apresenta alta plasticidade, e com isso esse material é mais compressível.

Tabela 3. Resultados dos Limites de Atterberg.

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

A Fig. 2 apresenta os resultados de absorção de água. A linha horizontal indica o limite máximo de absorção de água exigido na norma. Pode-se verificar que as composições que ficaram dentro do limite foram aquelas que tiveram menor porosidade, devido a substituição do solo pelo resíduo siderúrgico. Com isso, as amostras aprovadas foram a F, K e L.

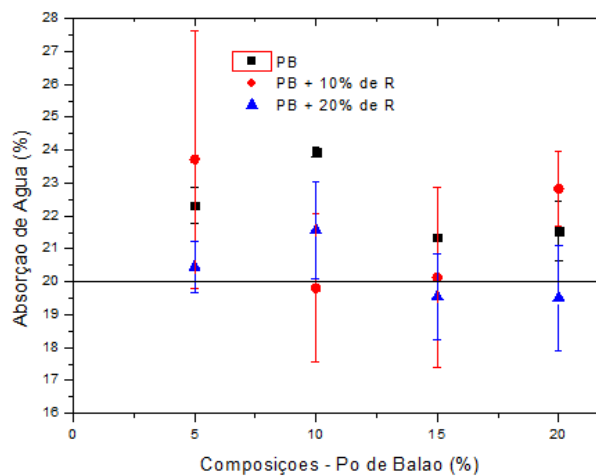


Figura 2. Absorção de Água das amostras dos tijolos. PB: Pó de Balão, R: Refugo

A Fig. 3 apresenta os resultados de resistência à compressão com as composições do pó de balão e adições do refugo da produção após a tritura.

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

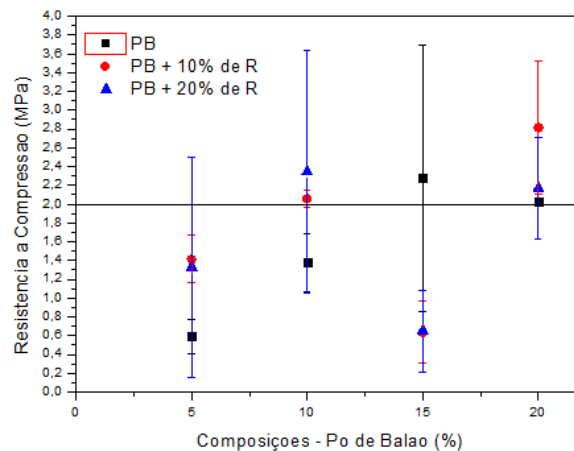


Figura 3. Resistência a Compressão dos tijolos. PB: Pó de Balão, R: Refugo

A linha horizontal representa a resistência mínima que a amostra deve possuir de acordo com a Norma. As amostras que só continham pó de balão ganharam resistência conforme se adicionava o rejeito, tanto que seu ápice foi na composição C, que possuía 15%, além dela a D (20%) está dentro da norma apesar de apresentar uma queda na média dos resultados.

Já a curva correspondente às formulações do pó de balão com 10% de refugo apresentou uma variação inesperada entre as composições. Os tijolos F e H estão dentro da norma, esse último obtendo a melhor resistência entre todas as composições, enquanto que o E e o G estão fora. Com isso conclui-se que o refugo do tijolo interfere na resistência conforme se aumenta sua composição. As composições referentes ao pó de balão com 20% do refugo apresentou variação semelhante à curva anterior, como é o caso das amostras K e G, que deram médias praticamente iguais, sendo que a diferença entre ambas está no aumento da adição do refugo do tijolo. Portanto, as amostras que estão dentro da norma são as F, J e L.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição dos rejeitos proporcionou o aumento da resistência mecânica, diminuindo a porosidade e reduzindo assim a concentração de tensões. Pode-se observar que as composições que ficaram com valores médios satisfatórios para os dois ensaios exigidos da Norma 10836 foram a F e a L que correspondem a 10 e 20% de pó de balão e do pó de refugo, respectivamente. Percebe-se que houve um equilíbrio entre as substituições do solo, minimizando algumas das deficiências desse material para a produção dos tijolos solo-cimento.

REFERÊNCIAS

MILANEZ, B.; PORTO, M.F. A ferro e fogo: impactos da siderurgia para o ambiente e a sociedade após a reestruturação dos anos 1990. **Encontro nacional da anppas**, 4, Brasília, 2008. p. 11. Ago 2014.

Ecivilnet.com. Solo-cimento: o que é e como usar. Tipos de Cimento Portland. Disponível em: http://www.ecivilnet.com/artigos/solo_cimento.htm. acesso em 23 de agosto de 2014.

Toda Matéria: conteúdos escolares. Solo Arenoso: Características do Solo Arenoso. Disponível em: <http://www.todamateria.com.br/solo-arenoso/>. Acesso em 24 de agosto de 2014.