

RECICLAGEM DE LAMA VERMELHA ORIUNDA DA INDÚSTRIA DE ALUMINA NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Souza, J. A. S.; Souza C. A. G; Macedo E. N; Macedo A. N.

FEQ/ ITEC – Universidade Federal do Para

FEC/ITEC

Estudos desenvolvidos, no Laboratório de Cerâmica da UFPA (LACER), mostram que o resíduo do processo Bayer, formado basicamente pela mistura de sílica, argila, óxido de ferro (principalmente com presença de zeólitas), chamado de lama vermelha e com uma quantidade residual de hidróxido de sódio, constitui-se em uma interessante matéria prima para a produção de cerâmica vermelha. Esta observação se dá em função do alto teor de fundentes (tais como: 36% de Fe_2O_3 , 8% de Na_2O) presentes na Lama Vermelha. Desta forma, a LV em mistura com argila caulinitica reduz significativamente a temperatura e o tempo de sinterização, também, melhora as propriedades mecânicas dos blocos estruturais como mostra os ensaios no material produzido com mistura de ate 60% em peso de lama vermelha.

ABSTRACT

RED MUD RECYCLING FROM ALUMINA INDUSTRY USED IN THE HOLLOW BLOCKS MANUFACTURING FOR CONSTRUCTION

Studies developed at the UFPA Ceramic Laboratory (LACER) show that the Bayer process residue formed basically by a mixture of silica, clay, iron oxide (mainly with the presence of zeolites), called red mud and with a residual amount of sodium hydroxide, becomes an interesting raw material for the production of red ceramics. This observation is due to the high melting content (such as 36% Fe_2O_3 , 10% Na_2O) found in the Red Mud. This way, the RM mixed with kaolinitic clay significantly reduces the sintering time and temperature, also improves the mechanical properties of structural blocks as shown in the test material made from mixtures of up to 60% by weight of red mud.

Keys words: waste, red mud ceramic, recycle

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo descrever as atividades, desenvolvidas no primeiro bimestre do projeto **“RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALUMINA”**, que teve início de suas atividades no início de março de 2005. O relatório parcial 01, mostra a fase inicial da segunda etapa do projeto que se caracterizou através da obtenção das licenças de transporte da Lama Vermelha para Soa Miguel do Guamá e licenciamento para a utilização e comercialização dos produtos fabricados com LV.

Este relatório parcial, descreve também estudos já realizados para definir a geometria do bloco vazado estrutural, baseado em ensaios dos projetos anteriores, resgatou-se algumas soluções admitidas para problemas com a viscosidade da mistura e foi então definido a forma geométrica mais adequada para o bloco estrutural. Todos os estudos e ensaios realizados até agora, tiveram como objetivo desenvolver misturadas Argila-Lama Vermelha com o maior teor possível de Lama Vermelha (LV). Desta forma, a grande meta é a utilização da maior quantidade possível de Lama Vermelha na mistura com argila. Estes testes permitiram observar também qual a melhor composição capaz de escoar na extrusora, uma vez que a LV diminui a plasticidade da mistura. Outro teste, também, realizado foi à utilização de uma argila de menor custo possível (de preferência retirada de áreas já degradadas e abandonadas) e com baixo teor de caulinita. Em função de alguns problemas: i) Demora no licenciamento para o transporte do material até a Cerâmica Barbosa em São Miguel do Guamá; ii) Problema com a geometria da boquilha da extrusora, que teve alguns ajustes em função da característica do material (mistura LV-Argila). A mistura LV-Argila apresenta certa instabilidade reológica, devido a composição da LV, necessitando de estudos de parâmetros visco-plásticos, para ajustes de processo por ocasião da extrusão. Após resolvido estas questões, terá início a produção de blocos estruturais. Os blocos maciços e vazado serão fabricados normalmente, para atender a demanda do centro comunitário, bem como as telhas prensadas.

2 - METODOLOGIA UTILIZADA

A lama vermelha, proveniente da ALUNORTE, foi estocada pela Cerâmica Barbosa situada no Município de São Miguel do Guama distante 160 Km de Belém que gentilmente cedeu sua planta de produção para os ensaios industriais realizados. O material foi armazenado em galpão coberto, de forma que ficasse protegida de intempéries. Na Figura 1 é mostrada a disposição da LV no galpão de estocagem.



Figura 1. – Disposição da Lama Vermelha no galpão de armazenagem da Cerâmica Barbosa

2.1 - MISTURA LAMA VERMELHA ARGILA (LV-Argila)

As misturas LV-Argila foram realizadas com auxílio de carregadeira hidráulica no pátio coberto do galpão de estocagem da Cerâmica (ver figura 2). Diferentes misturas foram testadas para otimizar a extrusora, sempre com objetivo de utilizar o máximo possível de lama vermelha. Outra questão importante a ser abordada é o ajuste para reduzir a retração linear, para que se possa ter uma relação entre o teor de LV e a percentagem de redução de comprimento do bloco fabricado obedecendo as normas da ABNT vigentes após a queima.

Para grandes volumes de mistura, optou-se por utilizar a carregadeira hidráulica, pois a operação de mistura se agiliza muito e facilita o trabalho dos equipamentos de preparação da matéria prima para a fabricação das peças, por tanto o material foi previamente misturado no pátio da cerâmica, com

auxílio da carregadeira hidráulica, como mostra a foto, antes de ser alimentado no processo



Figura 2. – Mistura de LV-Argila com carregadeira hidráulica. Na cerâmica Barbosa

2.2 – DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA E CONFEÇÃO DA BOQUILHA

A produção de bloco estrutural, requereu o estudo inicialmente para definir a geometria do bloco vazado a ser fabricado. Foram fabricados inicialmente blocos com seções vazadas circulares, para facilitar o ajuste, para minimizar os problemas de reologia na extrusão, o processo foi ajustado para mistura á 60% de LV. A extrusora usada no teste foi da marca VERDEZ com capacidade para 25 ton/h e 100 Hp de potencia (figura 3). Durante esta fase foram realizadas todas as adaptações do equipamento para esta nova matéria-prima. Nesta fase de teste todos os funcionários da Cerâmica Barbosa usaram EPIs, para não terem contato direto com a mistura LV-Argila.



Figura 3. – Saída da extrusora VERDES 18-M na Cerâmica Barbosa.

Após a produção de blocos vazados para fins estruturais, foram submetidos aos ensaios segundo as normas ABNT. Tais blocos devem ser capazes de produzir uma parede com características estruturais suficientes para suportar uma laje de pelo menos 300 Kg/cm² de carga. Estes blocos foram projetados para absorverem carga necessária para uma unidade Habitacional simples ou de dois pavimentos. Os blocos estruturais devem ter características para serem aparentes ou com acabamento primário e não necessitará de formas para a estrutura de concreto armado, sendo que a estrutura para concreto armado estará disposta no próprio corpo do bloco (como mostra a figura 4).



Figura 4 – Blocos estruturais fabricados com a mistura LV-Argila

Após a montagem da boquilha, foram realizados testes de ajuste para a produção de blocos estruturais, a boquilha foi ajustada inicialmente para o material convencionalmente utilizado na cerâmica Barbosa, para a fabricação de blocos vazados, em seguida foi adicionado a lama vermelha até a mistura de 40% de LV, a partir deste momento foram produzidos 15.000 blocos estruturais, que foram submetidos a secagem controlada para evitar o aparecimento de trincas durante a secagem e serão queimados em forno fechado.

2.3 - RESULTADOS DOS ENSAIOS FISICO-QUIMICOS NOS BLOCOS

2.3.1- RESULTADO DE RESISTENCIA A COMPRESSÃO

Os blocos foram submetidos a ensaios de compressão, de acordo com requisitos estabelecidos pela NBR 15270-3 e NBR 15270-3 de 2005. Foram realizados ensaios de compressão em 15 corpos-de-prova prismáticos (blocos), com dimensões nominais de 14 x 29 cm. Os blocos foram capeados com argamassa (traço 1:3), com o auxílio de uma bancada plana umedecida com uma leve camada de óleo mineral, de forma a garantir a regularização e o paralelismo das faces de trabalho, evitando-se que ocorressem problemas com a transmissão de tensões de maneira não-uniforme. (figura 5)



Figura 5 – Capeamento dos blocos.

Após um dia, com as camadas de capeamento já endurecidas, retirou-se com espátula o excesso de argamassa e em seguida os corpos-de-prova foram imersos em um tanque de água por um período de pelo menos seis horas. Os ensaios foram realizados de acordo com a NBR 15270-3, com os corpos-de-prova ainda saturados, utilizando uma Máquina Universal Amsler com capacidade de aplicação de carga até 200tf, de controle de carga manual. Os corpos-de-prova foram ensaiados de maneira que a carga fosse aplicada na direção do esforço que o bloco deve suportar durante o seu emprego.

Os resultados de resistência à compressão obtidos nos ensaios tiveram como valor mínimo 28.000 kgf (8,40 MPa) e valor máximo 55.500 kgf, (12,70 MPa). A resistência característica media determinada de acordo com as recomendações da NBR 15270 – 2 foi de 48.0000 kgf (10,50 MPa), sendo

superior aos 5 MPa mínimos estabelecidos por norma, referido à área bruta. Observou-se ainda que o rompimento dos blocos ocorreu em quase 100% dos casos nas arestas dos mesmos.

2.3.2 - RESULTADO DE LIXIVIAÇÃO E SOLUBILIZAÇÃO

O material (Blocos estruturais) produzido com a mistura Lama vermelha-argila proporção de 60% em peso de lama vermelha após a queima em forno semi contínuo, foi submetida a ensaios de lixiviação e solubilização de acordo com as normas ABNT 10004 e 10005 e a amostragem segundo a norma ABNT 1010. O objetivo destes ensaios é Avaliar resíduo de álcali em termos de pH residual com adição sucessivas de ácido fraco e o teor de Na (sódio) devido a composição da lama vermelha que contém 8% de NaOH residual. Os valores para a medida de pH médio se mostrou estável em 5,3 +/- 0,2 considerando um pH Final = 5,31, A Quantidade de ácido utilizado = 0 ml (não houve necessidade de correção de pH), a estabilidade do pH da solução de lixiviação após os ensaios de percolação se manteve estável e dentro dos valores recomendados pela norma técnica. O teor de contaminante pesquisado Na (sódio), após a percolação, foi determinado através de técnicas específicas de absorção atômica e manteve-se muito abaixo do permitido até 15 ppm, o recomendado para este caso que é de até 200 ppm.

2.4 – APLICAÇÃO DOS BLOCOS VAZADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

A demanda na construção civil por blocos estruturais vazados aumentou mais de 60% nos três últimos anos, levando os órgãos responsáveis pela padronização destes produtos, a elaborarem normas específicas para avaliação destes blocos, para que possam ser utilizados como material estrutural. Para isso, foi criado o Programa Brasileiro de Qualidade Produtividade do Habitar (PBQP – H) que congrega várias instituições em todo o País a partir do qual foi elaborado normas técnicas específicas para utilização de blocos estruturais. Os blocos estruturais fabricados com Lama Vermelha da ALUNORTE, utilizados como insumo para construção civil, como na fig. 06,

evidenciam uma excelente alternativa para a redução de custo na habitação, com um tempo de montagem reduzido, consumo de argamassa para superposição dos blocos, pode ser perfeitamente controlado, a velocidade na montagem e construção das paredes é muito maior quando comparado com o sistema convencional, possibilidade de todo o sistema elétrico e a rede hidráulica pode ser perfeitamente acomodada no interior dos blocos superpostos. Estas características deste sistema, desenvolvido para a mistura lama vermelha – argila, permite uma redução de aproximadamente 30% no custo de construção, quando comparado com o sistema usual.



Fig. 06 Aparência da parede e casa construída com blocos estruturais no Município de Barcarena - PA

Conclusão

A produção de blocos vazados estruturais dependeu da otimização da geometria da boquilha para melhor adaptação aos ajustes do processo de fabricação por extrusão e redução do peso do bloco estrutural.

O Máximo de lama vermelha que pode ser utilizado nestes ensaios foi de 60% limitado pela elevada viscosidade adquirida pela lama vermelha e a potência da extrusora.

Os blocos fabricados com a mistura até 60% de lama vermelha apresentaram resultados de lixiviação e solubilização dentro dos padrões exigidos pela legislação.

Os blocos cerâmicos estudados apresentaram resistência à compressão compatível para aplicação em alvenaria estrutural valores maiores que 4,5 MPA.

Os blocos estão de acordo com a Portaria INMETRO para verificação da conformidade metrológica para produtos desta natureza.

BIBLIOGRAFIA:

1 - SANTOS, P.S. **Ciência e tecnologia de Argilas**, 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1989, v.2.

2 - Yunus C, Engeloglu, Esengul Kir, and Mustafa Ersöz; **Recovery and Concentration of Al(III), Fe(III), Ti(IV), and Na(I) from Red Mud**, , *Selcuk University, Department of Chemistry, Campus, 42031 Konya, Turkey; and ySuleyman Demirel University, Department of Chemistry, 32260 Isparta, Turkey* Received March 27, 2001; accepted August 17, 2001

3 - Taner K. A. **Use of boron waste as a fluxing agent in production of red mud brick**; University, Ceramic Engineering Department, 03200 Afyon, Turkey Received 22 October 2004; received in revised form 5 July 2005; accepted 15 July 2005.

4 - **Reuse of a treated red mud bauxite waste: studies on environmental compatibility**; Claudia Brunori., Carlo Cremisini, Paolo Massanisso, Valentina Pinto, Leonardo Torricelli *ENEA-PROT-CHIM, C.R. Casaccia Via Anguillarese 301, 00060 Roma, Italy* Received 16 June 2004; received in revised form 30 August 2004; accepted 6 September 2004 Available online 8 December 2004

5 - **Bauxite 'red mud' in the ceramic industry. Part 2: production**; of clay-based ceramics Vincenzo M. Sglavo a*, Stefano Maurina a, Alexia Conci a, Antonio Salviati a, Giovanni Carturan a, Giorgio Cocco b aDipartimento di Ingegneria dei Materiali, Università di Trento, Via Mesiano 77, 1-38050 Trento, Italy bDipartimento di Chimica Fisica, Università di Sassari, Via Vienna 2, 1-07100 Sassari, Italy Received 4 February 1999; received in revised form 1 April 1999; accepted 11 May 1999

6 - MACÊDO, E. N., SOUZA, J. A. S., 2004, "Relatório Técnico do Projeto de Pesquisa: Desenvolvimento de Tecnologia com a Utilização de Resíduos da Indústria Mineral para Melhoria da Qualidade de Produtos de Cerâmica Vermelha Utilizados na Indústria de Construção Civil e no Artesanato do

Estado do Pará”, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

7 - NORTON, F. H., 1973, “Introdução à Tecnologia Cerâmica”, Edgar Blucher, São Paulo.

8 - HILDEBRANDO, E. A., SOUZA, J. A. S., NEVES, R. F., 1988, “Aplicação do rejeito do processo Bayer (lama vermelha) como matéria-prima na indústria de cerâmica estrutural - Estudos preliminares”, Cerâmica, v. 44, n. 285/286, pp. 44.