



Estudo da incorporação de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar em formulações para fabricação de tijolos solo-cimento

Samantha Ferreira de Mendonça¹, Taísa Menezes Tenório¹, Sheyla Karolina Justino Marques²

¹Estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas –IFAL. Bolsistas do CNPq. e-mail: samanthaifal@gmail.com

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais-UFRN. e-mail: sheyla_karolina@hotmail.com

Resumo: Este trabalho consiste no estudo das características e propriedades de tijolos oriundos das composições binárias de solo-cimento, com a incorporação da cinza do bagaço de cana-de-açúcar, formando assim as composições ternárias que poderão ser utilizadas pela indústria, com a finalidade de se obter um produto de elevado desempenho, maior durabilidade e menor custo, tornando-se assim uma alternativa ecologicamente correta. Foi utilizado o solo proveniente do município de Palmeira dos Índios/AL, cimento CPIIZ-32 e resíduo do bagaço de cana-de-açúcar do município de Rio Largo/AL. Os métodos utilizados para avaliar o comportamento destes tijolos foram feitos a partir de ensaios de compressão simples, perda de massa por imersão e absorção de água. Para a determinação da mistura de solo-cimento estão sendo estudadas as inclusões de teores de resíduos diferenciados (2%, 4% e 6%), onde foram confeccionados 18 corpos-de-prova para cada formulação, incluindo a de solo-cimento, nas idades de 7 e 14 dias. Os resultados dos ensaios tecnológicos estão se mostrando viáveis, se assim comparados com as normas regulamentadoras da ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Palavras-chave: cinza do bagaço de cana-de-açúcar, ensaios tecnológicos, solo-cimento

1. INTRODUÇÃO

Durante o período da chamada revolução industrial não havia preocupação com a questão ambiental. Os recursos naturais eram abundantes, e a poluição não era foco da sociedade industrial e intelectual da época.

A partir da escassez dos recursos naturais, somado ao crescimento desordenado da população mundial e intensidade dos impactos ambientais, surge o paradigma da sustentabilidade dos sistemas econômicos e naturais, e faz do meio ambiente um tema literalmente estratégico e urgente. O homem começa a entender a impossibilidade de transformar as regras da natureza e a importância da reformulação de suas práticas ambientais (OLIVEIRA e SANTOS, 2007).

A reciclagem de resíduos é uma das muitas condições para aumentar a sustentabilidade da economia, uma vez que a geração desses é inevitável. As vantagens potenciais da reciclagem para a sociedade são, entre outras, a preservação de recursos naturais, economia de energia, redução do volume de aterros, redução da poluição, geração de empregos, redução do custo do controle ambiental pelas indústrias, aumento da durabilidade e, até mesmo, a economia de divisas (JOHN, 2001).

Visando a redução dos impactos ambientais e levando em consideração o estudo realizado anteriormente com os tijolos de solo-cimento, o presente trabalho consiste na formulação de tijolos a partir da mistura de solo, cimento Portland, água com e sem adição da cinza do bagaço de cana-de-açúcar, que poderão ser utilizados pela indústria da construção civil. Esta por sua vez, apresentará uma maior mobilização financeira, por estar utilizando este rejeito, e terá maiores perspectivas de crescimento sustentável.

Com o objeto de esclarecer as matérias primas que serão utilizadas, segue um breve relato sobre cada uma delas:

O solo pode ser definido como um material não consolidado da camada superficial da terra, facilmente desagregável, contendo minerais diversos sob as formas de areias, de silte e de argilas (CEBRACE, 1981).

O cimento Portland é um pó fino que apresenta propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que quando sob a água, endurece e não mais se decompõe quando exposto à água novamente. O cimento Portland é composto de clínquer e adições, sendo o primeiro o seu principal componente,



que será presente em todos os cimentos. As adições variam de um tipo de cimento para o outro (ABCP, 2002).

Dentre os resíduos se destacam as cinzas minerais oriundas de diferentes atividades agroindustriais, que apresentam altas porcentagens de sílica e de outros óxidos, podendo ser então utilizadas como pozolanas. A propriedade da pozolana é a sua capacidade de reagir com o hidróxido de cálcio liberado durante o processo de hidratação do cimento, formando compostos estáveis de poder aglomerante, tais como os silicatos e aluminatos de cálcio hidratados (Oliveira et al., 2004).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios realizados durante a pesquisa estão sendo desenvolvidos no laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas- IFAL. Neste encontramos os equipamentos necessários para a execução de todos os ensaios prescritos pelas normas técnicas brasileiras.

O procedimento experimental utilizado para a confecção dos corpos-de-prova, bem como os ensaios tecnológicos realizados no decorrer do projeto, serão mostrados no fluxograma da Figura 1, a seguir:

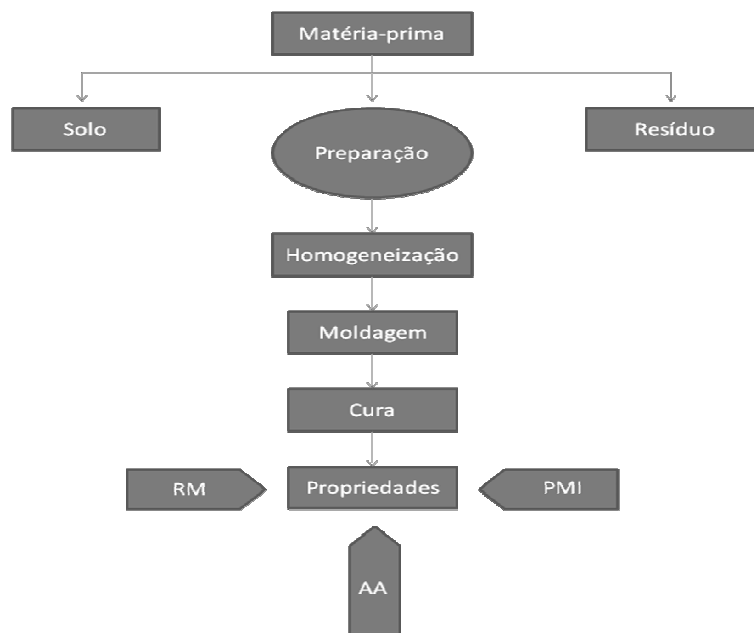


Figura 1 - Esquema do procedimento experimental

2.1 Matérias-primas

O solo utilizado no decorrer do trabalho, foi coletado nas imediações do Instituto Federal de Alagoas - Campus Palmeira dos Índios. Sendo este, proveniente de movimentações de terras para a construção de novas instalações da Instituição.

Foram coletados cerca de 31Kg de solo, para cada formulação, e levados para o canteiro de obras, onde este passou por um processo de peneiramento para eliminação de materiais que venham a interferir no momento da moldagem.

Posteriormente foi feito o ensaio da caixa de acordo com a cartilha da FUNTAC (Fundação de Tecnologia do Estado do Acre Departamento Técnico e de Produção). Separamos uma determinada quantidade de solo, que após destorroado e peneirado foi misturado com água, aos poucos, até que ele começasse a grudar. Levamos o material para uma caixa já lubrificada com óleo que apresenta as seguintes dimensões 60 x 8,5 x 3,5 cm. Passados os 07 dias, observamos que o solo apresentava uma boa consistência, pois o somatório dos índices de retração nas extremidades e das trincas não ultrapassaram 2 cm.



O resíduo da cinza do bagaço da cana-de-açúcar é oriundo da Usina Santa Clotilde da cidade de Rio Largo/AL.

2.2 Moldagem dos corpos de prova

Os constituintes dos tijolos, solo, cimento e a cinza do bagaço de cana de açúcar-de-açúcar foram pesados em uma balança com precisão de 5g e em seguida foram misturados manualmente, a fim de que obtivesse uma massa de coloração uniforme, após essa etapa foi adicionada água potável realizando uma nova homogeneização. A mistura foi transferida para a prensa manual adquirindo assim, após a prensagem, a forma dos tijolos. A fabricação dos tijolos de solo-cimento seguiram as recomendações da (ABCp - Associação Brasileira de Cimento Portland- Boletim Técnico 112, 1988, assim como o Estudo Técnico 35, 1986).

Retirados os tijolos da prensa eles foram levados para uma superfície plana que após 6 horas do início da moldagem, durante os sete primeiros dias, são umedecidos com o auxílio de um borrifador a cada 2 horas.

2.3 Absorção de água

De acordo com a NBR 8492 (Tijolo Maciço de Solo- Cimento-Determinação da Resistência à Compressão e da Absorção D'água) os tijolos devem ser secos em estufa até ser eliminada toda a umidade presentes nos corpos-de-prova, e após 24 horas é feita a pesagem para obtenção do peso seco. Logo após são imersos em um tanque com água para aquisição do peso úmido. Para a realização dos cálculos de absorção de água, segue a seguinte equação (1):

$$A = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

M_1 = massa do tijolo seco em estufa;

M_2 = massa do tijolo saturado;

A= absorção de água, em porcentagem.

2.4 Perda de massa por imersão

Este método de ensaio adotado tem por base o ME-61 (Métodos de Ensaio Determinação da Perda de Massa por Imersão de Solos Compactados com Equipamento Miniatura). Após o período de cura levamos os tijolos para a estufa até adquirir uma constância de massa, passadas às 24 horas retiramos os corpos-de-prova e o introduzimos em um recipiente de imersão, que contém uma cápsula de alumínio, esta por sua vez evitará o contato direto do tijolo com o fundo do recipiente. A água será colocada aos poucos até que sua lâmina atinja pelo menos 1 cm acima da face externa do tijolo.

Para a determinação da perda de massa por imersão utiliza-se a equação (2):

$$Pi = \frac{Md \times 100}{Mo} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

M_d = massa do solo seco, da parte desprendida do corpo-de-prova, em gramas;

M_o = é a massa do solo seco;

P_i = perda de massa por imersão, em porcentagem.

2.5 Resistência dos corpos de prova

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo com os procedimentos da NBR 8492 (ABNT, 1984), os quais prescrevem os métodos que devem ser ensaiados os tijolos maciços. A máquina utilizada para este ensaio foi à prensa Hidráulica observada na Figura 2:



Figura 2-Célula da carga de compressão

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Absorção de água

A Figura 3, a seguir mostra os resultados de absorção de água nas idades de 7 e 14 dias:

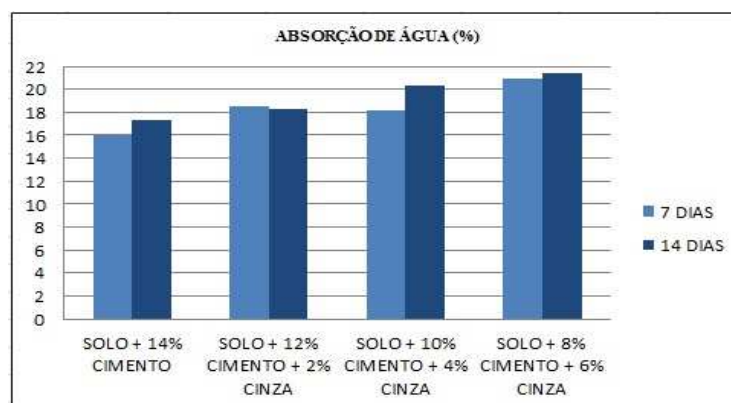


Figura 3- Resultados dos ensaios de absorção de água

Detectamos que ao aumentarmos a quantidade de resíduo nos tijolos e o seu período de cura, os resultados de absorção de água cresceram consideravelmente, se assim comparados com os tijolos de solo-cimento.

3.2 Perda de massa por imersão

Os resultados de perda de massa por imersão estão apresentados na Figura 4:



Figura 4- Resultados dos ensaios de perda de massa por imersão nas idades de 7 e 14 dias

3.3 Resistência à Compressão

A Figura 5, ilustra os resultados do ensaio de compressão dos tijolos de solo-cimento, com e sem a introdução de resíduo aos 7 e 14 dias:

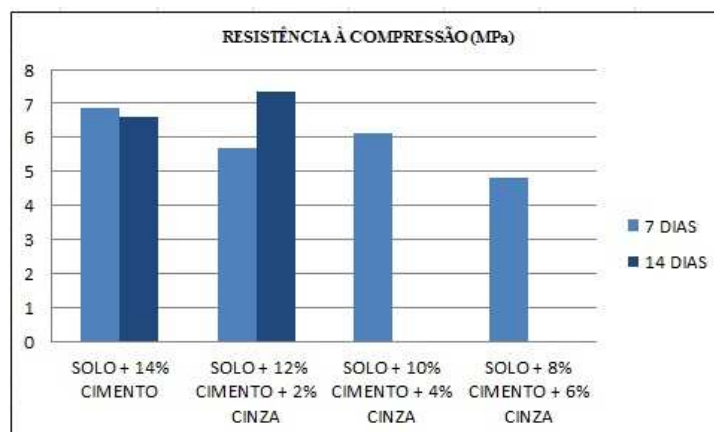


Figura 5- Resultados dos ensaios mecânicos dos tijolos

Podemos evidenciar nos resultados, que ao diminuirmos a porcentagem de cimento e aumentarmos a quantidade de cinza nas formulações, os corpos de prova obtiveram uma resistência acima de 2 MPa, atendendo assim as exigências da NBR 8491. Isso ocorre devido à presença de sílica em sua composição que após passar pelo processo de moagem, adquire propriedades pozolânicas semelhantes às desempenhadas pelo cimento portland.

4. CONCLUSÕES



Diante dos resultados experimentais, constata-se que os tijolos ecológicos de solo-cimento com e sem a incorporação da cinza do bagaço de cana-de-açúcar estão se mostrando uma alternativa viável atendendo assim, aos requisitos mínimos exigidos pelas normas técnicas. O melhor resultado de resistência a compressão foi verificado na 2ª formulação, que obteve um valor médio de 7,35MPa aos 14 dias. Analisando os valores dos ensaios de absorção de água e perda de massa por imersão, utilizando o resíduo, evidenciamos que o resultado que mostrou-se mais satisfatório foi o da 3ª formulação na idade de 7 dias.

Sendo assim, podemos afirmar que os tijolos solo-cimento com adição da cinza do bagaço de cana-de-açúcar, tornam-se uma alternativa sustentável por estar substituindo de forma parcial o cimento Portland que é responsável por emitir dióxido de carbono para atmosfera, agravando assim o efeito estufa. Estes tijolos terão seu custo barateado e não precisarão de mão de obra qualificada no momento de sua fabricação, além de eliminarem o processo de queima comum aos tijolos convencionais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a ajuda do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica (PIBICT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), assim como ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas- Campus Palmeira dos Índios e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, SÉRGIO C.; ZORDAN, SÉRGIO; e JOHN, VANDERLEY M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. EVENTO: IV SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL- MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES. CT 206- IBRACON. São Paulo- SP, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Guia básico de utilização do cimento prtland**. BT-106. 7. ed. São Paulo, 2002. 28p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Boletim Técnico 112- **Fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais**. São Paulo, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Estudo Técnico 35 **Dosagem das misturas de solo-cimento- Normas de Dosagem**. São Paulo, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491**: Tijolo Maciço de Solo-Cimento - Especificação. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8492**: Tijolo Maciço de Solo Cimento- Determinação da Resistência à Compressão e da Absorção D'Água. Rio de Janeiro, 1984.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÕES E EQUIPAMENTOS ESCOLARES- CEBRACE. **Solo cimento na construção de escolas – SC01**. 2. ed. Rio de Janeiro, MEC/CEBRACE, 1981. 39p. il. (sistemas construtivos 2).

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE DEPARTAMENTO TÉCNICO E DE PRODUÇÃO- FUNTAC. **Cartilha para produção de tijolo solo-cimento**. Rio Branco-Acre, Maio/99- Projeto: Habitação Popular Alternativas para a Amazônia.



MÉTODOS DE ENSAIO DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS COM EQUIPAMENTO MINIATURA. Recife, 2003. Vol 12/ **ME-61**. OLIVEIRA E SANTOS. **Gestão ambiental nas empresas do setor de petróleo e gás em Mossoró-RN**. Holos, Ano 23, Vol. 3. (Pesquisa de campo), 2007. 127p.

OLIVEIRA, M. P.; NOBREGA, A. F.; CAMPO, M. S.; BARBOSA, N. P. **Estudo do caulim calcinado como material de substituição parcial do cimento Portland**. CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO-CONVENCIONAIS: HABITAÇÃO E INFRAESTRUTURA DE INTERESSE SOCIAL BRASIL – NOCMAT 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP, 2004. 15p.