

Estudo da resistência mecânica em blocos de solo cimento, com resíduos inorgânicos na sua composição: O caso do lodo calcinado a 900° e o lodo seco da estação de tratamento de água.

Abimael Ribeiro Martins¹, Trajano Machado Gontijo Neto¹, Jessievane Jarder¹, Adriano Guimaraes², Paulo dos Santos Batista³, Mariana Brito de Lima⁴

¹Acadêmico Bacharelado Engenharia Elétrica– IFTO. Bolsista PIBITI/IFTO e-mail: abimael.rib@gmail.com

¹Acadêmico Bacharelado Engenharia Civil– IFTO. e-mail: Bolsista PIBIC/CNPQ e-mail: trajanogontijo@gmail.com

¹Acadêmico Bacharelado Engenharia Civil– IFTO. e-mail: Bolsista PIBIC/IFTO e-mail: jessievanejardercs@gmail.com

²Professor do Curso de Engenharia Civil – IFTO/Campus Palmas. e-mail: agcarvalho@ifto.edu.br

³Professor da Coordenação de Ciências Matemáticas e Naturais – IFTO/Campus Palmas. e-mail: pmatista@ifto.edu.br

⁴Professora do Curso de Engenharia Civil – IFTO/Campus Palmas. e-mail: mariana@ifto.edu.br

Resumo: O presente trabalho pretende apontar caminhos para incorporação de resíduos industriais na fabricação de novos materiais para a construção civil. O resíduo (Lodo) utilizado, foi produzido a partir do processo de tratamento da água que atende, a cidade de Palmas, Tocantins. Este lodo é composto basicamente de sulfato de alumínio e sedimentos inorgânicos que encontram-se dispersos nas águas dos rios. O sulfato de alumínio é utilizado na estação de tratamento de água como agente floculante, e por isso é empregado nas etapas iniciais do tratamento com a finalidade de remover a turbidez da água, produzindo o Lodo. Este Lodo, após o tratamento térmico a 900°C e seco a temperatura ambiente, foi adicionado a uma mistura de solo cimento. Posteriormente esse material foi misturado em proporção definida a uma de solo e cimento. Neste estudo, buscou-se estimar a resistência mecânica e a absorção de água, para um tijolo de solo-cimento com a adição de 5% de Lodo de ETA a 900°C e seco na sua composição. O estudo mostra que a utilização do resíduo produz um novo material que pode ser comercializado pois atende aos requisitos necessário de resistência e absorção de água segundo as normas brasileiras.

Palavras-chave: Sulfato de Alumínio, Lodo, Tratamento térmico, Tijolo de solo-cimento, Sustentabilidade

1. INTRODUÇÃO

Palmas, sendo a mais nova capital estadual do país tendo uma população com cerca de aproximadamente 272.726 habitantes segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). De um modo geral a cidade é caracterizada pelo seu planejamento, com a preservação de áreas ambientais, boas praças, hospitais e escolas, se tornando a capital com o melhor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das regiões Norte e Nordeste (IBGE).

O crescimento da mesma foi demasiado grande em 1991, com uma população de 24.261 habitantes e no ano de 2000 já estava com 130.528 (IBGE). A urbanização acompanhou o ritmo de desenvolvimento nos últimos anos tendo um crescimento econômico de 8,7 %, que é o maior índice do estado.

O projeto em questão é fruto do processo de práticas sustentáveis e reflete uma preocupação com a produção de resíduo inorgânico industrial, fruto de uma atividade diária e fundamental conhecida como o tratamento de água para fins de abastecimento público. Esse processo é realizado em uma estação de tratamento de efluentes, conhecida como ET'S, mais especificamente ETA'S quando essas estações tratam a água. O processo de tratamento baseia-se na eliminação da turbidez através de um processo de coagulação. Nesse processo podem ser aplicadas um conjunto de substâncias dentre elas o sulfato de alumínio, cloreto férrico, etc. A formação de um coágulo

torna possível a remoção das partículas em suspensão que estão presentes na água. Esse coágulo, ou floco, sedimenta depositando-se na forma de Lodo fundo dos tanques de sedimentação. Como consequência, ao final dessa etapa eles são removidos através de um sistema de filtração para serem estocados. Atualmente, esse sistema de filtração do Lodo a partir de bag's de membrana encontra-se em funcionamento, e constitui-se em uma alternativa desejável à emissão do material in natura nos corpos hídricos a jusante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais empregados nesses estudos foram adquiridos por meio de doação, cooperação técnica e compra direta. O material a ser estudado da resistência mecânica do bloco de alvenaria obtido a partir da incorporação do resíduo da estação de Tratamento de água (ETA-6) gerenciada pela empresa ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS, responsável pelo tratamento de água na Capital Tocantinense.

2.1 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS

O Lodo foi coletado na estação de Tratamento de água (ETA-6) gerenciada pela empresa ODEBRECHT AMBIENTAL- SANEATINS. A empresa é responsável pela distribuição de água tratada para a Capital Tocantinense. O Lodo foi coletado diretamente a partir dos bags que retém o lodo, com o auxílio de uma caixa d'água de 250L. O resíduo foi filtrado utilizando uma manta geotêxtil, resultando em um material sólido com o passar do tempo. O processo de secagem foi realizado pela ação direta dos raios solares em uma instalação coberta na sede da Ideal construtora. Após a secagem do material, o mesmo foi conduzido a um triturado de partículas, gerando um pó finamente dividido. O Lodo obtido na estação de tratamento foi tratado termicamente em um forno mufla de 200L, durante 5h nas seguintes temperatura 900°C. A quantidade de material tratado por vez no forno mufla foi de 10Kg aproximadamente.

O solo e a areia empregados na produção dos tijolos foi disponibilizado pela Ideal Construtora, sendo o mesmo que encontra se em empregados nos seus produtos. Este solo possui baixa plasticidade e apresenta-se extremamente arenoso. A areia empregada nos estudos foi recolhida na sede da Ideal Construtora em uma pilha do mesmo material. Os materiais foram recolhidos e estocados separadamente recolhidos aproximadamente 150Kg do material que foram acondicionados em um recipiente de polietileno com tampa usados exclusivamente para essa finalidade. A este solo, foi misturado o cimento, que com a presença de água agiu como aglomerante hidráulico. O cimento empregado para a realização dos ensaios foi empregado o CP-IV-32 RS com Pozolanas fabricado pela Votorantin S/A, devido as suas propriedades de ser resistente ao íon sulfato.

2.2 PRODUÇÃO DA MISTURA PARA PRODUÇÃO DO TIJOLO

Os materiais sólidos foram pesados em uma balança da marca marte, modelo AC 10K, Série 264786. A mistura dos materiais foi realizada em uma argamassa eira com capacidade de 5 litros, com motor elétrico da marca Pavitest. Os materiais foram adicionados separadamente e homogeneizados pela agitação da hélice acionada pelo motor. Após 5 minutos homogeneização dos pós foi introduzida a água na mistura e a homogeneização continuará por mais 2 minutos. Após

isso, foi obtida a mistura que foi utilizada na produção dos tijolos.

2.3 PREPARAÇÃO DOS TIJOLOS PARA OS ENSAIOS

Os tijolos foram obtidos por moldagem em prensa hidráulica na qual permite um controle sistemático da carga a ser aplicada para a moldagem dos blocos compostos de lodo calcinado (900), lodo seco, sem lodo, com solo arenoso, cimento e água. Após obtenção da plasticidade desejada a massa foi acondicionada em moldes de (24,9 X 12,5 X 7,5 cm), seguindo o modelo da ECO Premium 2600. Os diferentes tijolos receberão cura úmida e posteriormente cura ao tempo, e a sua estabilidade dimensional estimada. As misturas empregadas na produção dos corpos de prova foi, de 7,5% de lodo em relação a massa de saibro.

Em uma betoneira de 50 litros foram adicionados os materiais na proporção de 1 lata de saibro de 18 litros de saibro, para 1/2 lata de cimento CP-IV-32RS com Pozolanas, para 1/4 lata de lodo e 1 litro de água, foram feitos três traços seguindo essa proporção. A mistura foi posta em rotação durante 5 minutos, com a betoneira em uma posição de aproximadamente 30°. Após esse tempo, os tijolos foram obtidos em prensa hidráulica, utilizando-se um molde de metal para produção do tijolo. Todos os tijolos foram produzidos individualmente, e o tempo necessário para a confecção de um tijolo na prensa foi de 10 segundos. Após a prensagem, os tijolos foram organizados em palhetes de madeira, ficando por durante 24 horas. A fim desse tempo os tijolos foram imersos em uma cuba com água, e deixados em imersão. Os tijolos foram retirados da imersão após não serem observados desprendimentos de bolhas (ar) dos mesmos, quando imersos. Após isso, os tijolos foram retirados da água e colocados a sombra em um galpão ventilado para secagem. Após 10 dias, esses tijolos foram transportados para o Laboratório de Ensaios Especiais do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins.

Após 28 dias do processo de produção dos tijolos, foi realizado o ensaio de resistência mecânica dos tijolos com lodo. Os ensaios foram realizados nos Tijolos, cujas dimensões eram de (24,9 X 12,5 X 7,5 cm). Para realização dos ensaios foram retirados as saliências presentes nos blocos com a finalidade de se obter uma superfície totalmente plana, ao bloco foi colocada uma pasta de cimento, uniforme de aproximadamente 1cm com a finalidade de distribuir de forma igual a força aplicada na superfície do tijolo com lodo nos ensaios mecânicos. Para os ensaios, foi utilizada uma máquina universal de ensaios modelo - 10.000, micro processada, da marca EMIC, equipada com uma célula de carga de 3 toneladas.

Os tijolos após 28 dias foram avaliados a sua absorção de água, a fim de se verificar o atendimento às normas da ABNT. O ensaio de absorção de água foi conduzido levando o tijolo a estufa a 105° durante 24 horas, pesando a massa após esse tempo e foram levados ao tanque para a emersão e após 24 horas foram retirados e novamente suas massas foram medidas. Todos os resultados obtidos foram comparados com blocos produzidos sem a adição de resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresentam os resultados de valores obtidos da resistência à compressão e desvio padrão, para os tijolos confeccionados com Solo- (Lodo Calcinado, Lodo Seco e sem lodo) -cimento aos 28 dias de cura. Foram submetidos a ensaio três corpos de prova de cada fração, observa-se que os valores obtidos atendem a NBR 10836 (Brasil, 1994) que estabelece, valores médios iguais ou maiores de 2,0 MPa e valores individuais iguais ou maiores que 1,7 MPa.

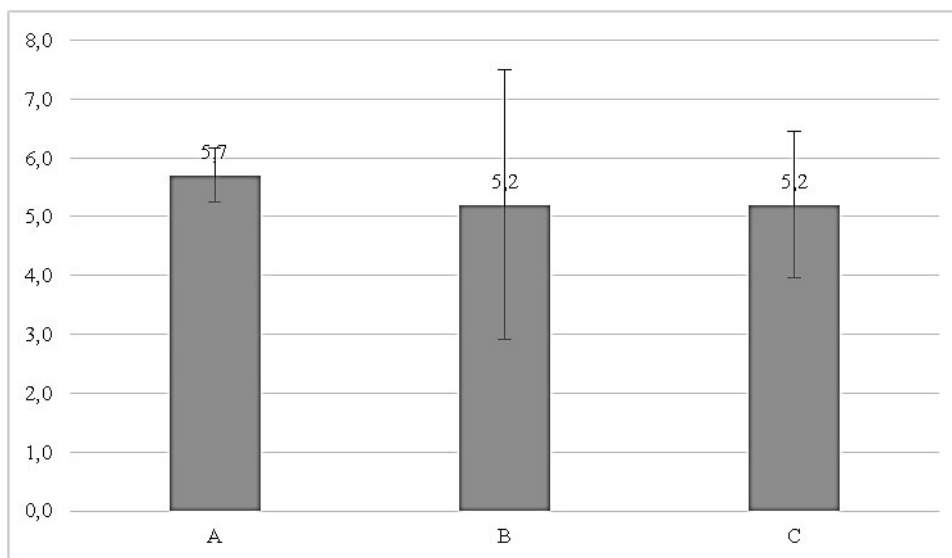


Figura-1: (A) Resistência Mecânica média do tijolo de solo cimento com lodo tratado a 900°. (B) Resistência Mecânica média do tijolo de solo cimento com lodo seco. (C) Resistência Mecânica média do tijolo de solo cimento sem lodo.

Os valores ideais a serem encontrados neste teste são: máxima de 20% (média) e 22% (individualmente), segundo a NBR-8492 (Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água: método de ensaio) e da norma NBR-8491 (ABNT, 1984) denominada Tijolo maciço de solo-cimento: especificação.

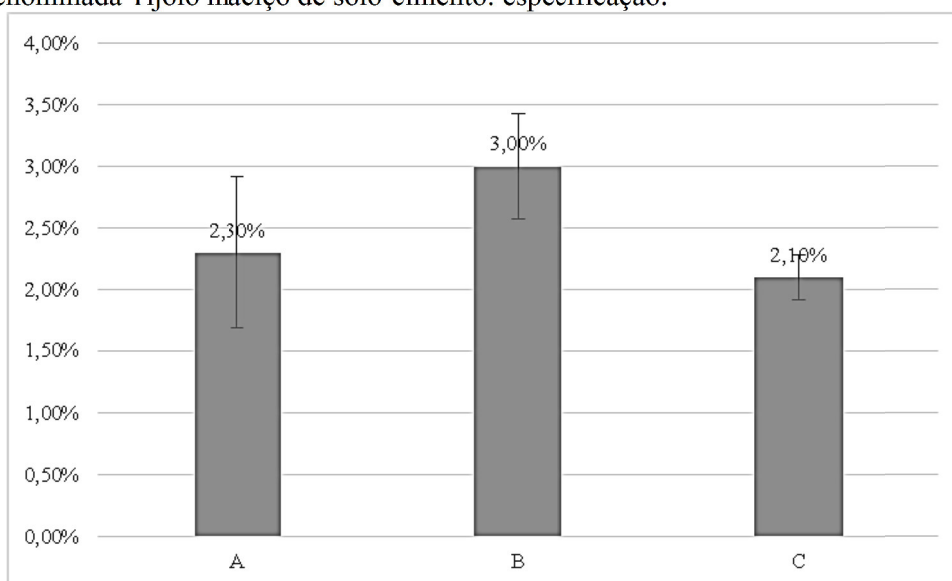


Figura-2: (A) Absorção média do tijolo de solo cimento com lodo tratado a 900°. (B) Absorção média do tijolo de solo cimento com lodo seco. (C) Absorção média do tijolo de solo cimento sem lodo.

Os resultados apontam que os tijolos solo-cimento com lodo em relação ao seu desempenho em resistência mecânica comparado com o tijolo sem lodo são semelhantes, pois, observa-se que os seus valores estão em uma margem de desvio padrão coincidente. Paralelamente, o objetivo do trabalho em desenvolver um material para a construção civil de acordo com as normas se

concretiza, em produzir um material que aponte resistências maiores que 2,0 Mpa em média e 1,7 MPa individualmente. Ao analisarmos todos os corpos de prova feitos para os ensaios, é constatado um leque de oportunidades maiores para o egresso desse material no mercado, pois, ambos o lodo seco e o lodo a 900° possibilitam a fabricação em escala industrial levando em consideração a resistência a compressão, já que comparados com o tijolo sem resíduo o desempenho permanece.

A incorporação de materiais com baixo impacto energético não diminui o mérito da calcinação feita no lodo, pois, os resultados de absorção de água apontam que os dois materiais, possuem uma porcentagem que atende as necessidades para este tipo de bloco. Observa-se que o lodo calcinado influencia diretamente na absorção do material, devido que após queima a matéria orgânica, o sulfato de alumínio e as moléculas de água são retiradas do material, tendo isso impacto direto no aumento do desvio padrão evidenciado no ensaio, quando comparamos o tijolo com resíduo e o sem resíduo percebemos que a diferença de absorção entre ambos é coincidente, nos permitindo afirmar que o material desenvolvido está em conformidade com o bloco que é fabricado e vendido no mercado.

6. CONCLUSÕES

Tendo em vista os argumentos apresentados, conclui-se que o objetivo em produzir materiais para a construção civil, com a incorporação de resíduos no caso lodo a 900° e lodo seco, é atingido. Pois, segundo a NBR- 8492 os materiais apresentam resistência e absorção ideias para o tijolo solocimento. A possibilidade de emprego deste material no mercado vislumbra a continuação da pesquisa em ingressar esse material em outras frentes de mercado, tendo que os resultados apresentados são sumariamente satisfatórios para fomentar a presença do resíduo em materiais semelhantes a esses, já que ao ser comparado com o material que já é produzido e fornecido ao mercado, esse material desenvolvido mostra resultados que podem justificar a comercialização com resíduo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, ao IFTO campus Palmas pelo suporte financeiro e logístico para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1984). NBR 8492 –Tijolo maciço de solocimento – Determinação da resistência à compressão e absorção d'água. Rio de Janeiro, RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1992). NBR 8491. Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro, 1992a. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1994. 2p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Bloco cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência à compressão; Método de ensaio; NBR 6461. Rio de Janeiro. 1983.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10833: fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica: procedimento. Rio de Janeiro, 2012a.

<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=172100>