**INCORPORAÇÃO DO LODO DE ETA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS**

Ayda Samih Chalhoub^(), Edneia Santos de Oliveira Lourenço, Julio César Filla, Edi Faria Junior, Iedo Lourenço Madalozzo

* Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC)

RESUMO

A construção civil encontra-se em evolução constante, e as pesquisas sobre diversidades de materiais vão de encontro as necessidades humanas de proteção e de segurança. Diferentes materiais passaram a ser testados na composição de insumos para a construção civil, especialmente na fabricação de tijolos. Este estudo objetivou incorporar o lodo resultante do tratamento de água (ETA), como agregado na fabricação de tijolos cerâmicos para a construção civil. A metodologia adotada consistiu em substituir parte do solo preto (solo que está se extinguindo na região), pelo lodo (ETA). Para a produção dos tijolos foram coletados dois solos distintos (solo preto e solo branco), os quais dão as características necessárias referentes às propriedades mecânicas dos tijolos. Os tijolos cerâmicos foram preparados com quatro dosagens de lodo: 3% (T1), 6% (T2), 9% (T3) e 12% (T4), além do tijolo sem adição de lodo (Testemunha)- com dez réplicas de cada tratamento caracterizando a repetição. O método desenvolvido envolveu a dosagem de materiais a serem usados na fabricação de tijolos e a realização de ensaios de resistência à compressão, absorção de água e índice de retração. Os resultados se mostraram satisfatórios em relação aos teores de 3% a 6% do lodo de ETA, o que pode ter contribuído foi a presença de areia, silte, argila, carbono e matéria orgânica nos materiais empregados, contribuindo para a resistência de tijolos. Conclui-se que é possível o emprego do lodo de ETA na fabricação dos tijolos, desde que se obedeça a porcentagem de água. As adições de lodo acima de 9%, não trazem resultados benéficos quando utilizado em tijolos cerâmicos, pois gera maior retração como consequência de um declínio da resistência.

Palavras-chave: construção civil, absorção de água, resistência,

ABSTRACT

Civil construction is constantly evolving, and research on material diversity meets human needs for protection and security. Different materials have been tested in the composition of inputs for civil construction, especially in the manufacture of bricks. This study aimed to incorporate the sludge resulting from water treatment (ETA), as an aggregate in the manufacture of ceramic bricks for civil construction. The methodology adopted consisted in replacing part of the black soil (soil that is being extinguished in the region), by the sludge (ETA). For the production of the bricks, two different soils (black soil and white soil) were collected, which give the necessary characteristics regarding the mechanical properties of the bricks. The ceramic bricks were prepared with four sludge dosages: 3% (T1), 6% (T2), 9% (T3) and 12% (T4), plus brick with no sludge addition (Witness) - with ten replicates of each treatment characterizing repetition. The developed method involved the dosing of materials to be used in the manufacture of bricks and the realization of tests of resistance to compression, water absorption and retraction index. The results were satisfactory in relation to the contents of 3% to 6% of ETA sludge, which may have contributed to the presence of sand, silt, clay, carbon and organic matter in the materials used, contributing to the resistance of the bricks. It is concluded that it is possible to use ETA sludge in the manufacture of bricks, as long as the percentage of water is obeyed. Additions of sludge above 9% do not bring beneficial results when used in ceramic bricks, as it generates greater retraction as a consequence of a decline in the resistance.

KEYWORDS: construction, water absorption, resistance

INTRODUÇÃO

A realização de edificações para moradias possui uma estreita ligação com o status social, o que influencia a procura por alternativas no setor da construção contribuindo para que sejam realizadas adequações estéticas e visuais, principalmente na elaboração e uso de materiais que permitem torná-las mais seguras e resistentes (FREIRE, 2007). Com o uso de novas tecnologias as edificações tornaram-se mais arrojadas, mas a degradação dos recursos naturais se apresentou como uma preocupação e fez com surgisse a necessidade de preservar os recursos naturais, da mesma forma em que se passou a interligar mercados, produtos e serviços, despertando para a necessidade de se valorizar o meio ambiente (MONTEIRO et al., 2008). Diferentes materiais passaram a serem testados na composição de insumos para a construção civil, como é o caso da fabricação de blocos cerâmicos, blocos de concreto e argamassas (MORITA et al, 2002). Atualmente, muitas pesquisas sobre materiais alternativos estão sendo desenvolvidas com a



finalidade de evitar ou reduzir a exploração de recursos naturais. O reaproveitamento de materiais de demolição, o uso de rejeitos industriais como cinzas de produtos do agronegócio como casca de arroz, pó de serra, entre outros, são objetos de pesquisa. O lodo de estações de tratamento de água (ETA) é um desses produtos de rejeito que vem sendo investigado em sua eficácia na fabricação de blocos cerâmicos, além do que contribui para a preservação dos recursos naturais, entre eles, a ampliação da vida útil das jazidas de argila (CORDEIRO, 2009). O lodo sem tratamento pode causar impactos ao homem e ao ambiente, pois pode aumentar a concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão, afetando diretamente o ciclo de nutrientes, alterando a turbidez, a cor, a composição química; o assoreamento dos corpos receptores; aumenta a quantidade de fósforo em águas estacionárias e de velocidade lenta, contaminando o lençol freático e ainda, tornando o aspecto visual desagradável (PEREIRA, 2011). A sociedade vem confrontando, estabelecendo limites e firmando seu território, no entanto o ambiente passou a ser visto como um “bem comum” a ser preservado e a necessidade de reservar riquezas naturais para as gerações futuras conduziu à necessidade de proteger o meio ambiente, o que levou a se estudar meios de promover o desenvolvimento sem impactar os elementos naturais, garantindo a vida das gerações futuras (REIS, 2006).

OBJETIVOS

Avaliar a incorporação de lodo provindo de uma ETA, na fabricação de blocos cerâmicos, analisando a viabilidade por meio de ensaios de resistência a compressão, determinação de absorção de água, índice de retração linear, observando as regulamentações técnicas.

METODOLOGIA

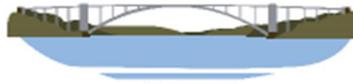
O solo utilizado foi o mesmo que se emprega na região de Foz do Iguaçu, para a fabricação de blocos cerâmicos. Foram coletados dois tipos de solos distintos (solo preto e solo branco) na Olaria Bloco Cerâmico Itaipu (Figura 1), sendo que os mesmos atendem as características necessárias referente as propriedades mecânicas dos blocos cerâmicos, conforme informação do proprietário da empresa.



Figura 1:(a) local da retirada dos solos, (b) solo preto, (c) solo branco.

Fonte: Autora do trabalho.

Após a coleta, o material foi estocado em recipientes cilíndricos e devidamente vedados antes da inicialização dos ensaios e confecção dos blocos cerâmicos. O lodo utilizado foi proveniente da ETA unidade Tamanduá, a qual faz a captação de 250 litros de água por segundo para tratamento e abastecimento de aproximadamente 140 mil habitantes, cerca de 45% da população do município de Foz do Iguaçu-PR. Os procedimentos de coleta do lodo, foram realizados de acordo com as especificações da empresa, sendo este coletado de adensadores após a centrifugação. Ao todo foram coletados aproximadamente 11 quilogramas do lodo. O solo e o lodo de ETA após a preparação foram misturados em recipientes impermeáveis e aos poucos houve a incorporação de água até que o material estivesse homogenizado (Figura 2). Por meio dos ensaios de limite de plasticidade determinou-se que a umidade ideal da massa, em relação ao tipo de moldagem do produto, ficou na faixa de 45%. Para a fabricação do tijolo cerâmico utilizou-se diferentes percentuais de lodo, de 3%, 5%, 8% e 10% incorporados na massa do solo. Realizou-se a caracterização do lodo, para identificar o percentual de argila, silte e areia pois estes fatores quando utilizados adequadamente podem garantir que os blocos cerâmicos sejam firmes e consistentes (SILVA, 2000). Todos os processos iniciais para a preparação dos blocos cerâmicos tais como: mistura dos componentes, prensagem e cura foram realizados no laboratório de solos do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC). Depois de curados, os blocos cerâmicos foram transportados para a Olaria Bloco Cerâmico Itaipu, onde foram submetidos a secagem em estufa por 24 horas e após 3 dias realizou-se à queima controlada, a temperatura de 790°C e posteriormente, realizou-se o resfriamento ao ar livre por cerca de 24 horas (Figura 3). Os métodos e ensaios foram realizados com base na ABNT seguindo as orientações das NBR 7181:1986;



NBR 6457:1980, NBR 6459:1984; NBR 7180:1984; NBR 6508:1984; NBR 15270:2005 e NBR 8492:1984

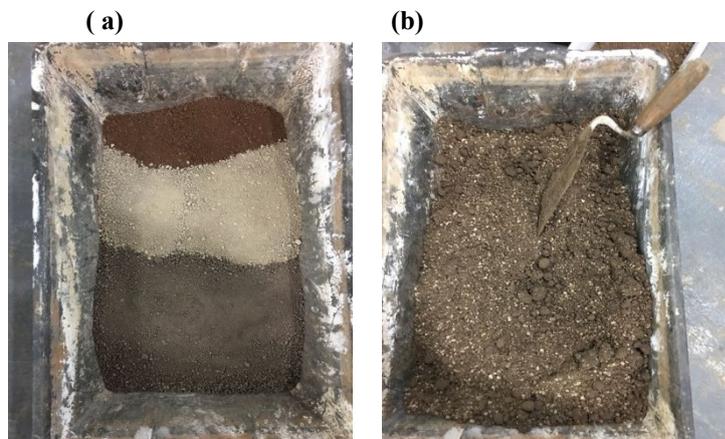


Figura 2: a) quantidade de material b) homogenização dos materiais
Fonte: Autora do trabalho.

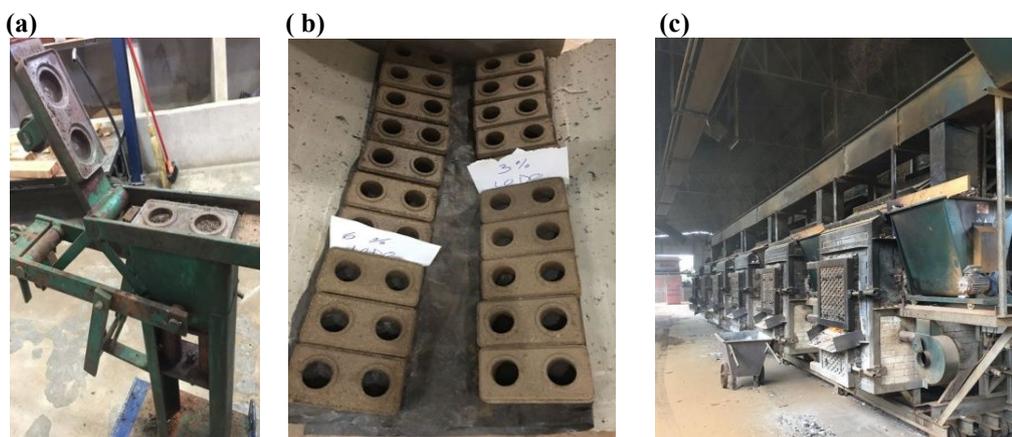


Figura 3:(a) prensa de blocos cerâmicos (b) cura (c) queima dos blocos cerâmicos.
Fonte: Autora do trabalho.

Posteriormente realizou –se a avaliação das características físicas e mecânicas tais como: determinação da resistência à compressão, determinação de absorção de água, índice de retração linear e avaliação estética.

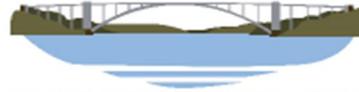
RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da composição do lodo.

Tabela 1: Composição do lodo Fonte: Sanepar (2018)

Componentes	Porcentual
Areia	36,8
Silte	38,45
Argila	24,75
Matéria orgânica	56,5
carbono	32,85

O porcentual dos materiais presentes no lodo pode ser explicado em função da captação de água dos rios que possuem matéria orgânica e partículas inorgânicas em sua maioria devido a erosão ocorrida na fonte. A erosão leva as partes mais finas do solo, que é constituída principalmente de silte, areia e argila (TEIXEIRA *et al.*, 2006). Com relação ao



ensaio para determinar o teor de umidade, teve-se como resultado 45,05%. Esta é uma umidade considerada ótima, de acordo com os parâmetros estabelecidos na pesquisa desenvolvida por PIRES (2006). Na Figura 4 são apresentados os resultados de absorção de água.

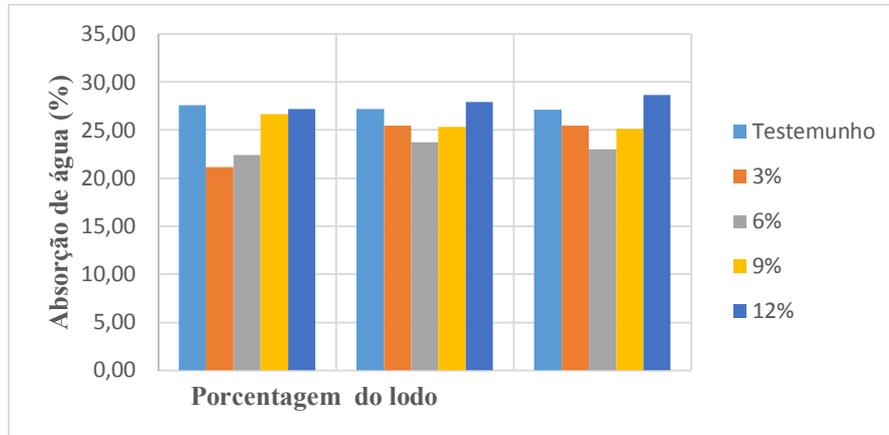


Figura 4: Resultados absorção de água. Fonte: Autora do trabalho.

Os dados indicam que houve uma redução da absorção de água com 3% do lodo, este fator pode ser atribuído a presença da areia na composição do lodo, pois a mesma tem como característica uma menor absorção de água. Já nas demais porcentagens houve obtiveram uma maior absorção, em função da elevada porcentagem de argila no material. A argila sendo mais fina que a areia, tende a absorver mais água. Os valores obtidos através dos ensaios ficaram acima dos limites estabelecidos pela NBR 10836/94. Isto se deve ao fato de que a massa dos blocos cerâmicos composta por argila e lodo apresenta dilatação térmica menor do que a argila pura. Devido aos componentes existentes na massa, acredita-se que exista um maior espaçamento entre as partículas, resultante da combustão da matéria orgânica do lodo, que ao ser queimado deixam espaços vazios entre os grãos, que demoram a ser preenchidos pela massa (ARAUJO, 2008).

Na Figura 5 são apresentados os resultados obtidos referentes à resistência a compressão dos blocos cerâmicos, segundo NBR 10836/94.

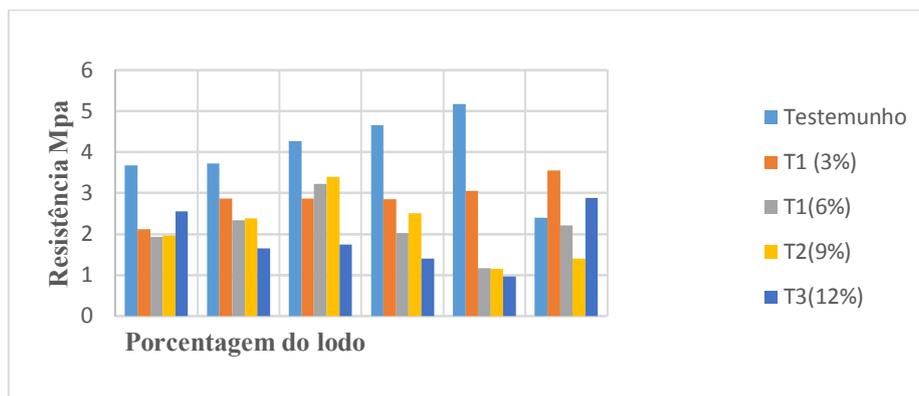
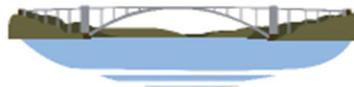


Figura 5: Resistência de compressão nos blocos cerâmicos. Fonte: Autora do trabalho.

Pode-se sugerir, a partir da Figura 5, que o decréscimo da resistência dos blocos cerâmicos esteja relacionado à redução da compactação na presença do lodo, pelo aumento da distância entre partículas (ou o tamanho dos poros dos blocos cerâmicos com lodo), dificultando assim a interação entre as ligações. Assim, os blocos cerâmicos com 3%, 6%, 9% e 12% apresentaram valores que não atendem os parâmetros de um tijolo solo-cimento e sim de um tijolo cerâmico.

Na Figura 6 são apresentados os resultados obtidos referentes à retração dos blocos cerâmicos, segundo a NBR 10836/94. Ao adicionar o lodo de ETA, observa-se que 6% de substituição do solo preto pelo lodo de ETA, a retração (evidenciada pela presença de fissuras no corpo de prova dentro do molde) teve um decréscimo, obtendo-se o menor valor de retração. Isto pode ser devido à relação com a retração linear, como resultado do aumento do grau de



densificação da massa, pois o tijolo perde umidade com o aumento de temperatura, como também pela volatilização da matéria orgânica contida no lodo (DUARTE, 2008).

De acordo com NEVES *et al.* (2010), a quantidade e tipo de argila presente no solo são os principais responsáveis pela expansão e retração de acordo com a umidade.

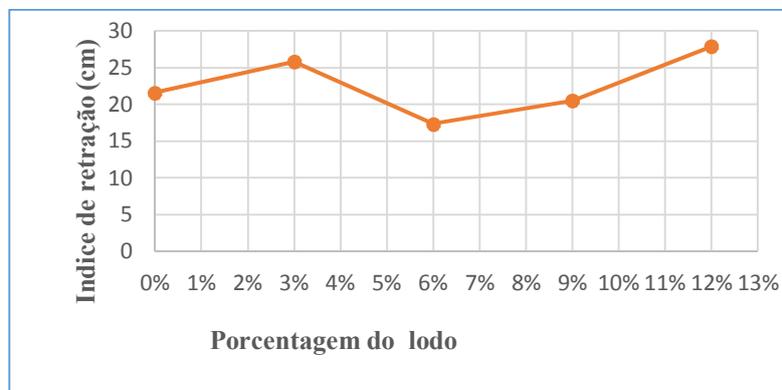


Figura 6: Índice de retração.

CONCLUSÕES

A análise dos resultados da pesquisa permite inferir as seguintes conclusões:

- Ao se aumentar a porcentagem de lodo maior será sua retração, devido ao fato desta ter relação direta com a perda de água e os materiais finos presentes no solo.
- Adições de lodo acima de 9%, não trazem resultados benéficos quando utilizado em blocos cerâmicos, pois gera maior retração tendo como consequência um declínio da resistência.
- Ao incorporar o percentual de 3% a 6% o lodo na fabricação a resistência manteve-se dentro dos parâmetros normatizados, e ao se elevar a porcentagem de lodo houve um declínio na resistência.
- Em função dos resultados obtidos sugere-se que a porcentagem ideal para incorporação de lodo em blocos cerâmicos é de 3% a 6%, para que se obtenha uma relação absorção e retração x resistência considerada ótima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (AB NT); NBR 15270 – Componentes cerâmicos - blocos cerâmicos para alvenaria de vedação. 2005.
2. — NBR 6457 – Amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. 1980.
3. — NBR 6459 – Solo - Determinação do limite de liquidez. 1984.
4. — NBR 6508 – Ensaio de massa específica dos grãos. 1984.
5. — NBR 7181 – Análise granulométrica. 1986.
6. — NBR 7180 – Solo – determinação do limite de plasticidade. 1984.
7. — NBR 8492 – Tijolo maciço de solo cimento – determinação da resistência a compressão e absorção de água. 1984.
8. CORDEIRO, J. S. **Gerenciamento de Lodo de ETAs** – Remoção de água, através de leitos de secagem e codisposição da fase sólida em matrizes de cimento e resíduos da construção civil. São Carlos: UFSCar / FINEP: 2009.
9. FREIRE, Bruno Siqueira. **Sistema Construtivo em alvenaria estrutural de bloco de concreto**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2007.
10. MONTEIRO, S. N., ALEXANDRE, J., MARGEM, J. I., SÁNCHEZ, R., VIEIRA, C. M. F. (2008) **Incorporação de resíduos de lodo da usina de tratamento de água em 99cerâmica vermelha**. *Materiais de construção e construção*, 2008. n. 22, 1281-1287p.
11. MORITA, D. M., SAMPAIO, A. DE O., MIKI, M. K., DAVID, A. C. **Incorporação de lodos de estações de Tratamento de Água em blocos cerâmicos**. In: 10º. Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Braga, Pt. Lisboa, 2002.
12. PEREIRA, S. L. M. **Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo das lagoas da ETA Gramame**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.



13. NEVES, Célia Maria Martins; FARIA, Obede Borges; ROTONDARO, Rodolfo; CEVALLOS, Patricio S.; HOFFMANN, Márcio Vieira. (2009). **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra** – práticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>. Acessado em 15 nov. 2018
14. REIS, E. L. T.; COTRIM, M. E. B.; BELTRAMI FILHO, O.; RODRIGUES, C.; PIRES, M. A. F. **Avaliação Do Impacto Ambiental De Estações De Tratamento De Águas Em Cursos D'água**. In: ENVIRONMENTAL AND HEALTH WORLD CONGRESS. Santos, 2006.
15. SILVA, A. P. da; BIDONE, F. R. A.; MARQUES, D. M. L da M. **Avaliação da Lixiviação de Alumínio e da Produção de Ácidos Graxos Voláteis em Reatores Anaeróbios Utilizados para Estudar a Disposição Final de Lodos de ETAs em Aterros Sanitários**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, XXVII. Porto Alegre: AIDIS, 2000.