

## DISPOSIÇÃO DE RESÍDUO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM TIJOLOS SOLO-CIMENTO

FERNANDO NERIS RODRIGUES<sup>1</sup>, RONALDO FIA<sup>2</sup>, REGINALDO BENTO DE SOUZA ARANTES<sup>3</sup>, LUCAS RIUL TONIN<sup>4</sup>, ANA CAROLINA VIANA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, (37) 999493212, fernandoneris99@hotmail.com. <sup>2</sup>Engenheiro Agrícola e Ambiental, Profº. Doutor, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de lavras. <sup>3</sup>Graduanda em Gestão Ambiental, UNOPAR. <sup>4</sup>Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de lavras. <sup>5</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de lavras.

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** O trabalho teve por objetivo confeccionar tijolos de solo-cimento com diferentes quantidades deste resíduo de ETA, visando uma correta disposição. Os resíduos foram coletados, adensados e desidratados em leito de secagem, frações mássicas (0%, 3%, 5%, 8% e 10%) foram inseridas na matriz de tijolos de solo-cimento perfazendo os tratamentos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>. Os tijolos foram ensaiados no 14º e 28º dia de cura quanto à resistência à compressão, segundo NBR 8491. Os resultados da resistência a compressão no 14º dia de cura foram de 0,73, 0,61, 0,54, 0,48, 0,51 MPa para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> respectivamente, já para o 28º dia foram de 0,96, 0,82, 0,81, 0,68, 0,67 MPa para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> respectivamente, indicando a ocorrência da estabilização da mistura solo-cimento. No entanto, nenhum tratamento atendeu a normativa. Conclui que incorporar lodo de ETA provoca alterações negativas na resistência dos tijolos. Não se pode concluir que o resíduo de ETA não pode ser utilizado como material para confecção de tijolos, uma vez que mesmo o T<sub>0</sub> não atingiu a resistência à compressão mínima exigida pela normativa, indicando que outros fatores também interferiram nas propriedades físicas e mecânicas dos tijolos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo ETA, Resíduo Sólido, Tijolo Solo-Cimento,

## DISPOSITION DRINKING WATER TREATMENT PLANT RESIDUE ON SOIL CEMENT BRICKS

**ABSTRACT:** The study aimed to fabricate soil-cement bricks with different amounts of the waste materials, for the correct disposal. The residues were collected, thickened and dehydrated in a drying bed. mass fractions (0%, 3%, 5%, 8% and 10%) have been inserted the array of soil-cement bricks accounting for the T<sub>0</sub> treatments, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub>. The bricks were tested 14 and 28 days of curing regarding their resistance to compression, according NBR 8491. The results of the compressive strength at 14 days of healing were 0.73, 0.61, 0.54, 0.48 and 0.51 MPa for T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> respectively, while for the 28 days were 0.96, 0.82, 0.81, 0.68 and 0.67 MPa for T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> respectively, indicating the occurrence of stabilization of soil-cement mixture. But, no treatment met to normative. It is concluded that incorporate DWTP cause adverse changes in resistance of the bricks. No may be concluded that the DWTP can not be used as a material for the making of bricks, since even T<sub>0</sub> has not reached resistance minimum compression required by the regulations, indicating that other factors also interfere in the physical and the mechanical properties of bricks.

**KEYWORDS:** Sludge DWTP. Soil-Cement Bricks. Solid Waste.

## **INTRODUÇÃO**

Com o aumento da demanda por água potável, maior quantidade tem sido captada para os devidos processos de tratamento, sendo que nos sistemas convencionais há geração de resíduos, o chamado lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA), cuja destinação final, na maioria das vezes, é a devolução direta ao curso d'água, sem tratamento algum, causando vários impactos negativos no meio ambiente.

Os métodos comumente usados de disposição final do lodo são: a co-disposição em aterros sanitários, a disposição no solo e a incineração. Entretanto, várias alternativas têm sido testadas para a sua reciclagem, resultando em aplicações como a fabricação de cerâmica vermelha, de componente tipo solo-cimento, de argamassa e concreto, de cimento, alimentação animal, adsorvente, dentre outras. A opção a ser adotada depende da análise da viabilidade técnica, econômica e ambiental para cada caso.

As vantagens na incorporação do lodo de ETA para fabricação dos tijolos são numerosas, entre elas, o aumento na vida útil das jazidas de argila, a redução do custo de reposição de vegetação, a disposição mais barata e adequada, diminuindo a poluição dos corpos hídricos e reduzindo a utilização de matéria prima. Diante da grande quantidade de resíduos sólidos gerados nas ETA's, no presente trabalho busca-se estudar a utilização destes resíduos na produção dos tijolos solo-cimento.

Portanto, o trabalho teve por objetivo confeccionar tijolos de solo-cimento com diferentes quantidades deste resíduo de ETA, visando uma correta disposição.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na estação de tratamento de água (ETA) da Universidade Federal de Lavras, sob responsabilidade da Diretoria de Meio Ambiente da UFLA, e no Laboratório de Geotécnica Ambiental do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA.

Para a disposição dos resíduos da ETA nos tijolos solo-cimento, foi realizado o adensamento e desidratação e moagem dos resíduos, visando deixá-lo em condições ideais de um agregado da mistura dos tijolos. O sistema de adensamento utilizado foi por batelada. O volume de efluentes proveniente da limpeza dos filtros e do decantador foram enviado para um reservatório de fibra de vidro com capacidade de 15.000 L, após o adensamentos dos sólidos, mesmo era encaminhado para dois leitos de secagem do tipo convencional. Os materiais utilizados para construção dos leitos de secagem foram: dois reservatórios de polietileno com 1.000 L de capacidade, com drenos de tubos de PVC de 40 mm de diâmetro, como meio filtrante, brita tamanho 2, brita tamanho 0, areia grossa e de tijolo refratário.

O resíduo da ETA desidratado apresentou granulometria heterogênea, por isso, passou por moagem em desintegrador mecânico da marca Nogueira modelo DPM – 4, para hominização de sua granulometria, e facilitar sua mistura e homogeneização com o solo.

O solo utilizado para confecção dos tijolos foi coletado do horizonte B de um latossolo vermelho, em uma área no campus da UFLA. O solo foi seco ao ar e peneirado com peneira de 2 mm de abertura, todo o solo utilizado passou pela peneira de 2 mm, ficaram retidas apenas impurezas (raízes e sementes).

Após a preparação inicial, os materiais foram caracterizados por meio das variáveis Granulometria (EMBRAPA, (1997) e NBR/ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT 7.181/1984), Limite de liquidez (NBR/ABNT 6.459/1984), Limite de plasticidade (NBR/ABNT 7.180/1984), Compactação (NBR/ABNT 7.182/1986).

Os tijolos foram confeccionados de acordo com a NBR/ABNT 8.491/2012 e NBR/ABNT 10.833/2013, que estabelecem as características dos materiais utilizados para

confeção dos tijolos de solo-cimento. Trabalhou-se com cinco tratamentos para confecção dos tijolos, variando apenas a concentração de resíduo da ETA/UFLA, e mantendo o traço 1:10 cimento/solo corrigido com areia (Tabela 1).

Tabela 1. Percentuais de resíduos e solo (tratamentos) utilizados na confecção dos tijolos de solo-cimento

Tratamentos	Resíduo (%)	Solo Corrigido (%)
T <sub>0</sub>	0	100
T <sub>1</sub>	3	97
T <sub>2</sub>	5	95
T <sub>3</sub>	8	92
T <sub>4</sub>	10	90

A produção dos tijolos de solo-cimento, utilizando prensa manual, ocorreu segundo os procedimentos descritos na NBR 10.833/2013.

Depois de prensados, os tijolos foram levados para um galpão coberto, com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária para hidratação (cura) do cimento, responsável pela pega e ganho de resistência a compressão dos tijolos.

O ensaio de resistência à compressão foi realizado aos 14 e 28 dias após a confecção dos tijolos, de acordo com a NBR 10.836/1994 em uma prensa manual com manômetro digital, marca Solotest, modelo 4HCA MDT. Foram testados 4 tijolos para cada tratamento, totalizado 40 tijolos ensaiados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados de resistência à compressão (tabela 2) para os diferentes tempos de cura, 14° e 28° dia de cura.

Tabela 2. Resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento confeccionados com solo corrigido com areia e diferentes porções de resíduos da ETA da UFLA.

Tratamentos	Resistência à compressão (MPa)	
	14° Dia	28° Dia
T <sub>0</sub>	0,73±0,02	0,96±0,05
T <sub>1</sub>	0,61±0,03	0,82±0,03
T <sub>2</sub>	0,54±0,08	0,81±0,02
T <sub>3</sub>	0,48±0,03	0,68±0,06
T <sub>4</sub>	0,51±0,00	0,67±0,04

Ocorreu um aumento médio de 27% na resistência à compressão dos tijolos em todos os tratamentos entre o 14° dia e o 28° dia após a confecção dos tijolos. No entanto, nenhum tratamento atendeu em sua média o valor de 2 MPa exigido pela NBR/ABNT 8491/2012. Os resultados ficaram abaixo em torno de 63,4, 69,6, 72,9, 75,9 e 74,5% no 14° dia e abaixo em 51,9, 59,1, 59,7, 66 e 66,3% no 28° dia, para os tratamentos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, respectivamente.

Apesar de nenhum tratamento ter atendido à norma quanto à resistência à compressão, observou-se que quanto maior a concentração de resíduos utilizada, menor foi a resistência dos tijolos, como observado por Silva (2009) que também utilizou resíduos de ETA na confecção de tijolos de solo-cimento em proporções semelhantes às utilizadas no presente trabalho. Silva (2009) encontrou nos tijolos confeccionados com teores de resíduos de 3%,

5%, 8% e 10% resistência à compressão de 4,1, 3,8, 2,0 e 1,3 MPa, respectivamente. O autor utilizou na mistura da massa dos tijolos cal com o objetivo de neutralizar a ação da matéria orgânica presente no solo e no lodo, além de corrigir o pH do compósito, pois segundo a ABCP (2002), o cimento não reage bem em pH baixo.

O fato de nenhum tratamento atender à NBR 10.836 quanto à resistência à compressão, podem-se levantar algumas hipóteses, pois a diferença dos resultados médios de T0 e T4 para o ensaio de compressão foi de 30%, indicando que outros fatores interferiram na estrutura dos tijolos.

## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Conclui que incorporar lodo de ETA provoca alterações negativas na resistência dos tijolos. No entanto, não se pode concluir que o resíduo de ETA não pode ser utilizado como material para confecção de tijolos, uma vez que mesmo o T<sub>0</sub> não atingiu a resistência à compressão mínima exigida pela normativa, indicando que outros fatores também interferiram nas propriedades físicas e mecânicas dos tijolos.

Com isso a continuidade de pesquisas adicionais com utilização dos resíduos de ETA em tijolos se torna importante para confecção de estruturas de menor custo, além de dar uma destinação final adequada ambientalmente para um resíduo que tem causado sérios impactos ambientais em função dos custos de tratamento de disposição final.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Universidade Federal de Lavras, CAPES e FAPEMIG pelo financiamento do projeto e bolsa de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7. ed. São Paulo: ABCP, 2002. 28 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.836**: bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 2 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: solo: determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: solo: determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1984b. 3 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: análise granulométrica dos solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984c. 13 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 10 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491**: tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 4 p.
- SILVA, M. R. **Incorporação de lodo de estações de tratamento de água (Etas) em tijolos de solo-cimento como forma de minimização de impactos ambientais**. 2009. 97 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Faculdade de Aracruz, Aracruz, 2009.