



INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE TORNEARIAS MECÂNICAS NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO

Josiane Rodrigues de OLIVEIRA*, Adriana Garcia do AMARAL, Roselene Maria SCHNEIDER

Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: josi_eaa@hotmail.com

Recebido em novembro/2013; Aceito em fevereiro/2014.

RESUMO: O modo inadequado de extração de recursos naturais e a poluição provocada por resíduos geram impactos sobre o meio ambiente. Visando oferecer alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos, como os resíduos de tornearia mecânica, objetivou-se analisar as características físicas e mecânicas de tijolos compostos por misturas ternárias de solo-cimento-resíduo e avaliar a viabilidade da sua utilização em construções. Os tijolos solo-cimento-resíduo foram moldados em prensa manual, empregando 10% de cimento na mistura e diferentes teores de resíduo (0%, 10% e 15%). Após a prensagem, os tijolos foram submetidos a cura úmida por 7 dias. Os ensaios de compressão simples ocorreram aos 7 e 28 dias e os ensaios de absorção de água foram realizados aos 28 dias de idade. Os melhores resultados de resistência à compressão simples e absorção de água foram obtidos pela incorporação de 15% de resíduo na mistura. Em geral, os resultados não atenderam as recomendações das normas técnicas brasileiras pertinentes, contudo mostraram que a utilização de resíduo de tornearia mecânica para a fabricação de tijolos solo-cimento, proporcionou melhorias nas características físico-mecânicas do tijolo solo-cimento.

Palavras-chave: tijolo ecológico, resíduos de tornearia mecânica, resistência à compressão.

INCORPORATION OF SOLID RESIDUES FROM MECHANICAL TURNING IN SOIL-CEMENT BRICKS MANUFACTURING

ABSTRACT: The inadequate form of natural resources extraction and pollution caused by urban solid residues generate impacts on the environment. With the intent of investigate alternative for urban solid residues, such as the residues generated by mechanical turning operation, this study was accomplished with the purpose of analyze the physical and mechanical characteristics of brick composed of ternary mixtures of soil-cement-residue as well as the feasibility of its use in construction. The soil-cement-residues bricks were molded using a manual press, having 10% of cement in the mixture and various residues amounts (0%, 10% e 15%). After pressing, the bricks were subjected to moist cure for 7 days. The compressive tests were performed at 7 and 28 days and the water absorption tests were performed at 28 days. The best results of compressive strength and water absorption were obtained by incorporation of 15% of waste in the mixture. Overall, the results didn't meet the recommendations of Brazilian's technical standards; however it showed that the use of the residue originated from mechanical turning operation for soil-cement bricks fabrication improved its physical and mechanical characteristics.

Keywords: ecological brick, mechanical lathe residue, compressive strength.

1. INTRODUÇÃO

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2010) apontam um crescimento expressivo da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil entre 2009 e 2010, com 57.011.136 e 60.868.080 t ano⁻¹, respectivamente. O crescimento de 6,8% na geração de resíduos superou a taxa de crescimento populacional urbano que foi de cerca de 1% no período. Ao comparar a quantidade total de RSU gerada em 2010 com o total coletado, observa-se que cerca de 23 milhões de toneladas de RSU seguiram para lixões ou aterros controlados, trazendo consideráveis danos ao meio ambiente.

Considerando esta problemática tornam-se necessárias soluções construtivas como o uso de novas ferramentas

tecnológicas, diminuição do desperdício, reciclagem de resíduos, emprego de materiais que em sua cadeia produtiva agridam pouco o meio ambiente, utilização de matérias primas que não prejudiquem a saúde em função dos químicos presentes em sua composição, entre outros (PRESA, 2011).

Nesse sentido, a reutilização de resíduos sólidos urbanos, especificamente aqueles gerados em tornearia mecânica, pode ser considerada como uma alternativa de destinação que contribui para a redução da demanda de área de aterro e na transformação dos custos de disposição em receita, mediante a venda do material para confecção dos tijolos de solo-cimento-resíduo. Além disso, é importante ressaltar que, o resíduo gerado em tornearia mecânica apresenta óleos e graxas em percentuais

aleatórios. Por conseguinte, a poluição da água pela presença de hidrocarbonetos oleosos é nociva à vida aquática, pois reduz a penetração de luz na água e altera o mecanismo normal de transferência de oxigênio, portanto, os óleos lubrificantes e graxos, não só prejudicam a vida dos rios e lagos, como dificultam os esforços para sua despoluição (SCHULZ, 2005).

No Brasil as primeiras construções feitas com solo-cimento ocorreram por volta de 1945 e 1948. Em meados de 1970. Os estudos desenvolvidos pela Associação Brasileira de Cimento Portland, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento do estado da Bahia e pelo Instituto de Pesquisa e Tecnologias do Estado de São Paulo impulsionaram a aplicação do solo-cimento em habitações populares (GRANDE, 2003). O tijolo ecológico ou tijolo de solo-cimento é proveniente da mistura de solo, cimento e água. Os solos mais apropriados para a fabricação destes tijolos são os que possuem teor de areia entre 45% e 50%. Quando não se dispõe de um solo com as características indicadas, deve-se considerar a possibilidade de realizar a mistura de dois ou mais solos, ou mesmo a adição de areia grossa, de modo que o resultado seja favorável em termos técnicos e econômicos (SOUZA et al., 2008).

O tijolo de solo-cimento apresenta-se como uma excelente alternativa na construção civil urbana ou rural por apresentar inúmeras vantagens em seu emprego na alvenaria e por permitir ainda, facilidades para a incorporação de resíduos. Algumas pesquisas buscaram a incorporação de algum tipo de resíduo, como o montículo do cupim *Cornitermes cumulans* (ALBUQUERQUE et al., 2008), adição de grits (PINHEIRO et al., 2013), incorporação de casca de arroz e de braquiária (FERREIRA et al., 2008), terra crua tratada com aditivos (FERREIRA, 2005), dentre outros. Dentre as inúmeras vantagens da utilização de tijolos ecológicos destacam-se, a utilização de matéria prima natural de alta disponibilidade e de baixo custo, uma vez que o solo é o componente que entra em maior quantidade na mistura, e ainda, por ser empregado o solo do próprio local da construção da obra.

O fato de não haver a necessidade de revestimento da obra, devido ao acabamento liso das paredes monolíticas proporcionado pela alvenaria, perfaz na recomendação apenas de pinturas para melhorias na impermeabilização e no aspecto visual, resultando em economia com revestimentos (SILVA, 2013).

Segundo Taveira (1987), além dessas vantagens, os tijolos ecológicos ainda podem ser benéficos por: i) não oferecem condições para instalações e proliferações de insetos nocivos à saúde pública, atendendo às condições mínimas de habitabilidade; ii) proporcionam uma construção limpa e com menor quantidade de resíduos e entulhos, já que a estrutura é encaixada e não necessitam de pregos, arames e furos na parede. iii) aumentam a resistência estrutural e funcionam como um sistema térmico e acústico que minimiza a umidade das paredes. iv) dispensam a utilização de conduítes, pois nos tijolos fabricados com furos, estes formam condutores para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas. v) além de reduzir o consumo de argamassa de assentamento, uma vez que estes podem ser assentados com cola de poliacetato de vinila (PVA). Diante do exposto, o presente trabalho propõe a incorporação de resíduo de tornearia

mecânica na fabricação de tijolos solo-cimento, visto que esse material construtivo apresenta grande potencialidade de uso tanto no meio rural quanto no meio urbano por propiciar o emprego de matéria prima de alta disponibilidade, baixo custo de fabricação e minimização da degradação ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na cidade de Sinop, Mato Grosso. O solo foi coletado a uma profundidade de 0,40m, no bairro Cidade Jardim, situado na latitude de 11°51'42"S e longitude 55°28'56"O, e o resíduo em uma tornearia mecânica instalada no município. Os ensaios granulométricos realizados no solo, a moldagem, prensagem e cura dos tijolos foram realizados na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop.

Amostras de solo foram coletadas previamente na profundidade de 0,40 m, para determinação granulométrica e verificação quanto ao atendimento à Norma Brasileira Reguladora – NBR 10832 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1989). O ensaio foi realizado segundo a norma NBR 7181 (ABNT, 1984), utilizando-se um agitador de peneiras e aparelho de dispersão. Os solos região de Sinop, em sua maioria, podem ser classificados como um solo A4 (solos siltosos), conforme a classificação TRB (*Transportation Research Board*).

Após análise do resultado do ensaio granulométrico foi coletado solo para a confecção dos tijolos. O solo foi destorroado, peneirado e armazenado em local seco e protegido. O resíduo utilizado era composto por óleos, graxas, terra e areia, sendo a sua coleta realizada na caixa de separação de óleo e areia em uma tornearia mecânica. O material coletado apresentava-se como um líquido pastoso, sendo submetido a secagem ao ar livre por um período de 62 dias, posteriormente, passado em peneira de tela de arame galvanizado, até atingir o aspecto de areia grossa.

Para fabricação dos tijolos os componentes sólidos da mistura, solo, cimento e resíduo foram adequadamente homogeneizados, com posterior adição de 15% de água. O traço utilizado foi de 1:10 (cimento x solo), com a utilização do cimento Portland tipo II-Z, com adição de material pozolânico, cuja resistência característica é de 32 MPa. A quantidade de resíduo variou em função dos tratamentos testados, que foram de 0%, 10% e 15% de resíduo na mistura. Os percentuais testados foram escolhidos em função da disponibilidade de resíduo para o ensaio.

A mistura foi deixada em repouso por 10 minutos objetivando garantir melhores condições de compactação e influencia nas propriedades físico-mecânicas finais do tijolo (GRANDE, 2003). Após o repouso, a mistura foi moldada em prensa de fabricação de tijolos por prensagem manual. Os tijolos confeccionados mediam 23,0 cm de comprimento, 11,0 cm de largura e 5,0 cm de altura, conforme recomendado pela NBR 8491 (ABNT, 1984). Após prensagem, os tijolos moldados foram retirados da cuba para verificação das dimensões por meio de paquímetros digitais. Os tijolos foram armazenados em local seco e sombreado até os 28 dias e passaram por um período de cura úmida de 7 dias.

A fim de verificar a viabilidade da incorporação do resíduo nos tijolos foi realizado ensaio de resistência à compressão em máquina universal de ensaio. Dez corpos de prova para cada idade avaliada, 7 e 28 dias, foram preparados de acordo com a norma NBR 8492 (1984). A preparação consistiu em cortá-los ao meio, perpendicularmente a sua maior dimensão, superpor as suas faces maiores, ligando com uma fina camada de pasta de cimento pré-contraída. Neste momento, a superfície superior foi capeada com a pasta de cimento, após 24 horas a superfície inferior passou pelo mesmo processo de capeamento. Os corpos de prova foram imersos em água, por um período de 24 horas, e retirados da água antes do ensaio de compressão. Os corpos de prova foram colocados sobre o prato inferior da máquina de ensaio de forma centralizada, e aplicou-se a carga de maneira uniforme até a ruptura dos mesmos.

Para o ensaio de absorção foram utilizados três corpos de prova para cada tratamento, aos 28 dias de idade, de acordo com a norma NBR 8492 (1984). Os tijolos foram levados à estufa, com temperatura de 105°C a 110°C por um período de 24 horas até a obtenção da massa constante. As pesagens foram feitas depois que o tijolo atingiu a temperatura ambiente, obtendo-se assim a massa do tijolo seco. Após a pesagem, os tijolos foram imersos em água, por um período de 24 horas, com posterior eliminação da água na superfície dos mesmos, pesagem e avaliação da massa saturada.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo utilizada a análise de variância e, quando significativas pelos testes F aplicou-se análises de regressão, a 5% de significância. Para avaliar a resistência mecânica à compressão simples foram empregados um esquema fatorial 2 x 3, duas idades (7 e 28 dias) e 3 teores de resíduo (0, 10 e 15%), com 10 repetições. Para a absorção de água foram utilizadas 3 repetições. Para todas as análises realizadas foi utilizado o programa computacional SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise granulométrica do solo. Os dados obtidos demonstraram que a porcentagem de argila presente no solo coletado ultrapassa o limite superior de até 50% de material passando na peneira nº 200 permitida pela NBR 10832 (ABNT, 1989) para utilização na fabricação de tijolo solo-cimento. Esses resultados demonstraram a necessidade de ajustes no solo, principalmente no teor de areia, já que o solo arenoso é o mais indicado para a confecção dos tijolos. Por conseguinte, adicionou-se areia no volume de 27,35 L para 73,35 L de solo, desta forma, foi adicionado cerca de 37% de areia ao solo coletado.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados estatísticos obtidos para os testes de resistência a compressão simples. Observa-se que houve efeito da interação entre resíduo e idade, a um nível de 5% de significância ($p < 0,05$). O coeficiente de variação (CV) é utilizado para a avaliação da precisão dos experimentos, e quanto menor, mais preciso tende a ser o experimento. Segundo Fonseca; Martins (2009) se o coeficiente de variação estiver entre 10 a 20% existiu uma média dispersão dos dados, corroborando com os dados obtidos nesse trabalho (11,01%).

Tabela 1. Valores das frações granulométricas do solo (em porcentagem), tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de textura Argilosa, coletado a uma profundidade de 0,40 m.

Frações do solo	Teor das frações do solo (%)
Areia	25
Silte	15
Argila	60

Tabela 2. Análise de variância dos ensaios resistência à compressão dos tijolos solo-cimento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr < Fc
Resíduo (F1)	2	23,54	11,77	42,70	0,0000*
Idade (F2)	1	19,21	19,21	69,70	0,0000*
F1 x F2	2	3,99	1,99	7,24	0,0016*
Erro	54	14,88	0,27		
Total	59	61,65			
CV(%)	11,01				
Média geral	4,76				

FV: fator de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; * Diferença significativa em nível de 5% de significância.

A Figura 1 apresenta os resultados do desdobramento da fonte de variação resíduo dentro de cada nível de idade, observa-se que há um aumento de resistência à compressão em função do aumento da quantidade de resíduo incorporado ao tijolo solo-cimento-resíduo.

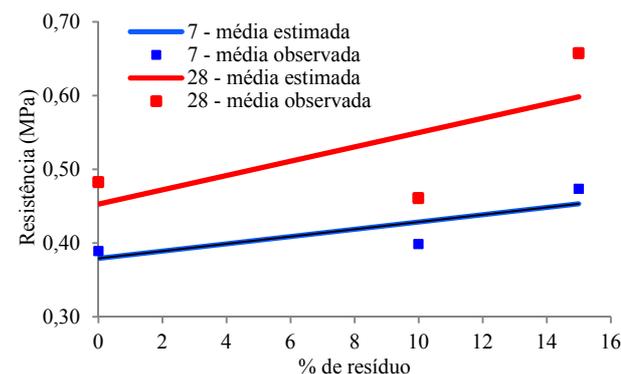


Figura 1. Análise de desdobramento de resíduo dentro de cada nível de idade (7 e 28 dias).

Ao utilizar a análise de regressão para verificar a resistência à compressão em função dos tratamentos testados observa-se que existe uma tendência linear, no entanto, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 47,20%, indicando que o modelo para análise de regressão não seria o mais adequado para descrever tal fenômeno. O gráfico das médias de resistências observadas e estimadas (Figura 1) permite observar que modelo de regressão utilizado, no tratamento com adição de 10% de resíduo o modelo superestimou as médias, de forma mais evidente aos 28 dias.

A Figura 2 apresenta os resultados do desdobramento da fonte de variação "idade" dentro de cada nível de "resíduo". Percebe-se um aumento de resistência à compressão simples em função do aumento da idade do tijolo. Albuquerque et al. (2008) estudando as características físicas e mecânicas do tijolo solo-cimento fabricados com o montículo do cupim, encontraram resultado similar, visto que houve um aumento da resistência a compressão a medida que se aumentaram as idades dos tijolos.

Os tijolos com incorporação 15% de resíduo na mistura, apresentaram a maior resistência média a compressão simples para a idade de 7 e 28 dias, 0,47 e 0,65 MPa, respectivamente. Esse resultado difere do encontrado por Milani; Freire (2006), onde os valores dessa variável decresceram com o aumento do teor de casca de arroz incorporado na mistura para a fabricação do tijolo solo-cimento.

Para a idade de 7 dias, os tijolos com 0% e 10% de resíduo incorporado a mistura, apresentaram uma resistência média de 0,39 e 0,38 MPa, respectivamente. Na idade de 28 dias, os tijolos com 10% de resíduo obtiveram resistência média de 0,46 MPa, inferior a encontrada para os tijolos com 0% de resíduo (0,48 MPa). Essa mudança de comportamento deve-se a maior umidade observada no solo quando os tijolos com 10% de resíduo foram moldados, ocasionando dificuldade em proporcionar à mistura umidade ótima.

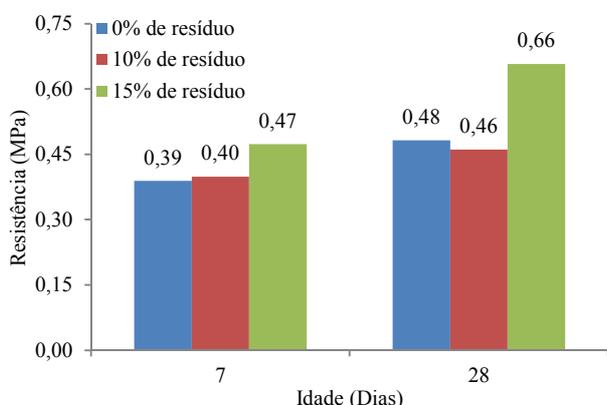


Figura 2. Análise de desdobramento de idade dentro de cada nível de resíduo.

No geral, os resultados não foram aceitáveis, já que os valores médios da resistência à compressão simples dos tijolos solo-cimento-resíduo analisados não atenderam ao mínimo de resistência estabelecido pela NBR 8491 (1984). Segundo a NBR 8492 (1984) os tijolos de solo-cimento não devem apresentar valores médios de resistência a compressão simples inferior a 2,0 MPa. Contudo é necessário ressaltar que a resistência média aumentou consideravelmente em função da incorporação de resíduo na mistura e em função do aumento da idade.

Quanto aos resultados do ensaio de absorção de água, pode ser observado pela Tabela 3 que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes teores de resíduos incorporados a mistura.

Tabela 3. Análise variância – absorção de água

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr < Fc
Resíduo	2	35,07	17,53	1,13	0,38 ^{ns}
Erro	6	92,70	15,45		
Total	8	127,77			
CV(%)	10,26				
Média geral	38,31				

FV: fator de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; Fc: F calculado; ns: não houve diferença significativa em nível de 5% de significância.

Os resultados do ensaio de absorção de água podem ser observados na Figura 3, o menor valor foi 36,23% para os tijolos com 15% de resíduo e o maior valor médio

de absorção foi de 40,91% para os tijolos com 0% de resíduo. Segundo a NBR 8491 (1984), a média dos valores de absorção de água não deve ser maior do que 20%. Observa-se assim, que os tijolos não atenderam a especificação da norma.

Os tijolos que apresentaram maior resistência à compressão simples ao longo do tempo foram também os que apresentaram menor absorção de água, este fato demonstra que a incorporação do resíduo de tornearia mecânica melhora estas características no tijolo, considerando as condições de moldagem.

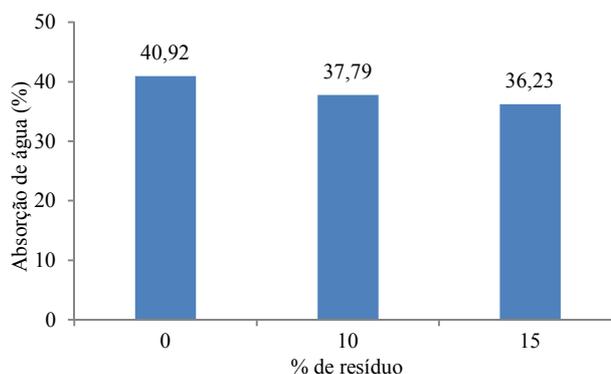


Figura 3. Resultados da absorção de água para cada teor de resíduo.

Um ponto importante é que nenhum dos traços atendeu a NBR 8492 (1984) quanto à resistência a compressão simples e absorção de água. Acredita-se que estes resultados podem ser explicados pela influência da porosidade da mistura devido à compactação ter sido inferior ao necessário para a fabricação do tijolo, e também pelo fato de que os tijolos foram moldados num período com baixa umidade relativa do ar, favorecendo a evaporação rápida da água contida nos tijolos (mesmo tendo-se cuidado em manter os tijolos úmidos), ou seja, não houve tempo para a água reagir adequadamente com todos os grãos de cimento.

Segundo Albuquerque et al. (2008) um fator importante é que os resultados obtidos em condição de laboratório, onde a cura dos tijolos é controlada em câmara úmida é diferente quando comparada com o armazenamento nas proximidades de canteiros de obra, que apesar de protegido do sol e do vento, ficam expostos ao ar, sendo assim a resistência a compressão tende a ser menor por conta da perda de água por evaporação.

Para a execução do projeto utilizou-se uma prensa de qualidade inferior ao necessário o que pode ter resultado em uma força aplicada não ideal. A prensa consistia de um molde confeccionado em chapa metálica e de uma tampa presa a uma alavanca, este modelo foi adotado em função dos recursos financeiros não serem suficientes para compra ou fabricação de uma prensa semelhante a comercial, que poderia garantir maior pressão na preparação devido ao sistema de alavanca acoplado a parte inferior da máquina.

Segundo Grande (2003) o equipamento utilizado para a moldagem do tijolo desempenha papel fundamental, pois ele condiciona a taxa de compactação do material e as características produtivas em si. A compactação adequada, por sua vez, é essencial para a obtenção de um solo-cimento satisfatório.

4. CONCLUSÕES

Os tijolos solo-cimento-resíduo fabricados com a incorporação de resíduo de tornearia mecânica tiveram suas características mecânicas melhoradas, entretanto, não atenderam aos requisitos mínimos impostos pela NBR 8491 (ABNT, 1984).

A resistência à compressão simples dos tijolos aumentou em função do aumento do teor de resíduo incorporado à mistura, porém, os valores foram inferiores aos parâmetros da NBR 8491 (ABNT, 1984).

Os valores de absorção de água dos tijolos solo-cimento-resíduo incorporado com resíduos de tornearia mecânica apresentaram tendência de queda com o aumento do teor de resíduos, entretanto, os valores de absorção de água não estiveram dentro das especificações de NBR 8491 (ABNT, 1984).

5. AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem a Tornearia Sinop, pelo fornecimento do resíduo e a empresa Transterra pela execução dos ensaios mecânicos nos tijolos.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. São Paulo: ABRELPE, 2010. 202 p.

ALBUQUERQUE, L. Q. C. et al. Resistência a compressão de tijolos de solo-cimento fabricados com o montículo do cupim *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n. 2, p. 553-560, mar/abr. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181: Análise granulométrica do solo**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13 p.

_____. **NBR-8491: Tijolo maciço de solo-cimento - especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 4 p.

_____. **NBR-8492: Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão simples e da absorção de água**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 5 p.

_____. **NBR-10832: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 3 p.

FERREIRA, R. C. Desempenho físico-mecânico e propriedades termofísicas de tijolos e mini-painéis de terra crua tratada com aditivos químicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 585-597, set./dez. 2005.

FERREIRA, R. C. et al. Incorporação de casca de arroz e de braquiária e seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de solo-cimento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1-11, jan./mar.2008.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 320 p.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MILANI, A. P. S; FREIRE, W. J. Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e casca de arroz. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 1-10, jan./abr. 2006.

PINHEIRO, M. L. et al. Avaliação experimental de blocos prensados de solo-cimento com adição de grits. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 29-46, abr./jun. 2013.

PRESA, M. B. **Resistência à compressão e absorção de água em tijolos de solo-cimento**. 2011. 54 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SCHULZ, C. K. **Tratamento de efluentes oleosos utilizando processos de separação por membranas**. 2005. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, A. P. M. **O uso do tijolo de na construção civil**. 2013. 37 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SOUZA, M. I. B. et al. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n. 2, p. 205-212, dez. 2008.

TAVEIRA, E. S. N. **Construir, morar, habitar: no campo e na cidade**. São Paulo: Ícone, 1987. 120 p.