

ECO TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM RESÍDUOS DE OLARIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

NOGUEIRA NETO, I. D. (*); LIMA JR, R. S. ; SOUZA, J. ; AVELINO, V.K.G.R.

(*)IFRN- Campus São Gonçalo do Amarante, ivodantas_@hotmail.com

RESUMO

A escassez de recursos naturais é um problema preocupante para a construção civil, que consome grande parte desses recursos. Dessa forma, esse setor procura reduzir o consumo e minimizar os impactos gerados, tentando inserir em sua cadeia produtiva novos materiais, chamados, atualmente, de materiais alternativos ou resíduos. O eco tijolo de solo-cimento-cinza, que tem como matéria prima o solo do próprio local, água, cimento e cinzas de olarias (resíduos gerados nas cerâmicas locais), é uma opção para suprir essa necessidade, tendo como vantagem fácil processo de fabricação, favorecendo a redução de custos e prazo de construção, aliado a vantagens frente aos tijolos cerâmicos, uma vez que não necessita de queima, além da viabilidade econômica do tijolo. Destacam-se como fatores determinantes para a qualidade do tijolo, o tipo de solo, umidade de moldagem, tipo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura. Favorecendo com isso, um produto final com boa resistência, tornando o processo de construção economicamente viável. Dessa forma, esta pesquisa tem como intuito avaliar as propriedades mecânicas dos eco tijolos de solo-cimento após ciclos de molhagem e secagem, analisando suas interferências na durabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Eco tijolo, Solo-Cimento, Resíduos.

ABSTRACT

The scarcity of natural resources is a worrying problem for civil construction, which consumes a large part of these resources. In this way, this sector seeks to reduce consumption and minimize the impacts generated, trying to insert in its production chain new materials, currently called alternative materials or waste. The eco-brick of soil-cement-gray, which has as its raw material the local soil, water, cement and ash from pottery (waste generated in local ceramics), is an option to meet this need, having as an easy manufacturing, favoring the reduction of costs and construction time, combined with advantages over ceramic bricks, since it does not require burning, besides the economic viability of the brick. They stand out as determining factors for brick quality, soil type, molding humidity, type of press, soil / cement ratio, type of stabilizer and the curing process. Favoring this, a final product with good resistance, making the construction process economically feasible. Thus, this research has the purpose of evaluating the mechanical properties of the soil-cement brick after drying and wetting cycles, analyzing its interferences in the durability.

KEY WORDS: Eco brick. Soil-Cement. Waste..

INTRODUÇÃO

Os tijolos cerâmicos precisam de altas temperaturas nos fornos para sua produção. Para isso, é utilizada a madeira de cajeiro como combustível, gerando as cinzas de olarias, o que implica em impacto ambiental tanto pelo desmatamento, como pela maneira que esse resíduo é descartado. Nessa pesquisa foi possível verificar o aproveitamento da cinza de olaria na produção dos eco tijolos de solo-cimento, passando a ser uma alternativa sustentável e ecológica, uma vez que a disposição inadequada dessas cinzas polui toda a região do entorno, visando avaliar a inserção dessas cinzas na durabilidade dos traços dos tijolos.

Nenhum material é intrinsecamente durável, pois suas propriedades variam em decorrência da interação da sua estrutura, mais especificamente, da sua microestrutura com o meio ambiente. As variações decorrem ao longo do tempo e a vida útil de um determinado material é finalizada quando suas propriedades tornam seu uso inseguro ou antieconômico (ROQUE; MORENO JUNIOR, 2005).

Segundo Helene (2001), nos últimos anos tem crescido o número de estruturas de concreto armado com manifestações patológicas, como resultado do envelhecimento precoce das construções existentes. Essas constatações, tanto no âmbito

nacional quanto no âmbito internacional, demonstram que as exigências e recomendações existentes nas principais normas de projeto e execução de estruturas de concreto vigentes, até o final do século passado, eram insuficientes.

Segundo Souza (2011), a durabilidade deve ser entendida como a propriedade que garante o desempenho, a integridade e a vida útil do material, desde a sua instalação e durante todo o tempo de sua utilização, resistindo os ataques dos agentes agressivos físicos e químicos do meio ambiente no qual está inserido.

Buscando contribuir para maior compreensão desse assunto, nesta pesquisa, objetivou-se analisar a influência da adição de cinzas de olarias, nas propriedades mecânicas (resistência à compressão simples e teor de absorção de água) e na durabilidade dos tijolos de solo-cimento, avaliando sua utilização como material alternativo na construção civil, contribuindo com a inserção desse resíduo como solução ambiental para a região.

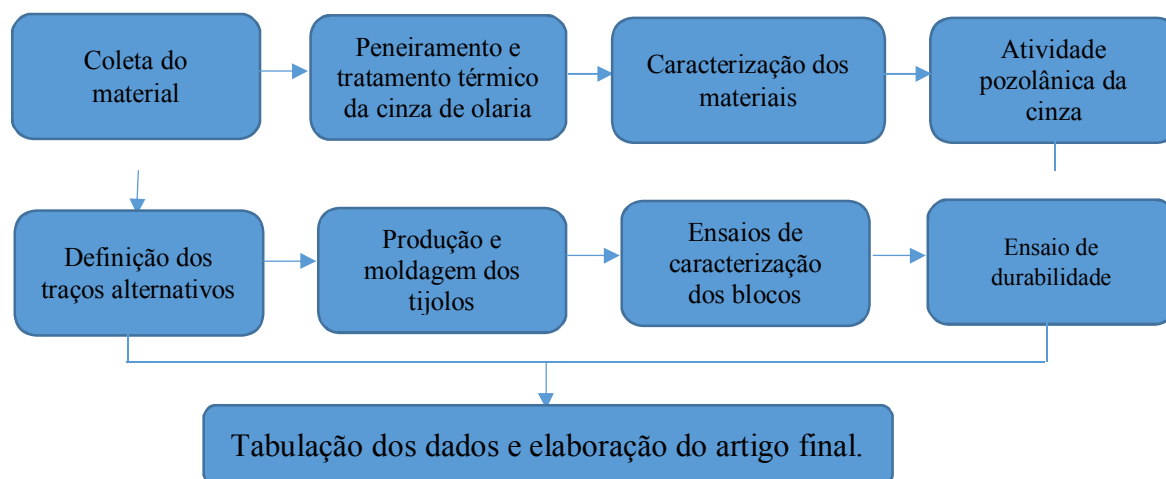
OBJETIVOS

Objetivou-se nesta pesquisa a substituição de parte do cimento por resíduos de olarias (cinzas) avaliando assim a sua durabilidade através de ciclos de molhagem e secagem e o desempenho mecânico (resistência à compressão simples e teor de absorção de água), buscando reduzir o impacto ambiental causado pelas cinzas e uma possível diminuição de custo, resultado da redução do uso do cimento no traço.

METODOLOGIA

O Fluxograma 1 apresenta a metodologia desenvolvida para o processo de produção do eco tijolo de solo-cimento-cinza e estudo de sua durabilidade.

Fluxograma 1. Atividades para realização da pesquisa.



- Coleta e tratamento da cinza de olaria (CzO)

Após a coleta das cinzas da olaria, o resíduo passará por dois processos tendo em vista adquirir as propriedades necessárias para ser usado na fabricação do tijolo solo-cimento:

- ✓ Tratamento térmico, no qual será colocada em mufla com temperatura de 600°C, por duas horas, com o objetivo de eliminação de parte do carbono existente e torná-la um material amorfo;
- ✓ Para o tratamento granulométrico é passada em uma peneira número 200 (75µm) tendo em vista adquirir um módulo de finura adequado e semelhante ao do cimento Portland utilizado na produção do tijolo convencional.

- Caracterização dos materiais

- a) Caracterização mineralógica por Espectroscopia de Dispersão de Energia (EDS)

O detector Espectrômetro de Energia Dispersiva (EDS), foi utilizado para análises da superfície dos grãos das amostras apontando os elementos químicos presentes em cada material utilizado no traço de composição dos tijolos.

- b) Microestrutura dos materiais por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Os espécimes foram metalizados com ouro e levados diretamente ao Microscópio Eletrônico de Varredura (modelo TESCAN (VEGA3-LMU) do Laboratório de Caracterização de Minerais /Materiais da Diretoria de Recursos Naturais (LACAMM-DIAREN/IFRN) utilizando tensão de 5 kV e examinados sem qualquer preparo ou manipulação.

- Ensaio de Atividade Pozolânica da Cinza (IAP)

A avaliação do índice de atividade pozolânica foi determinada de acordo com a NBR 5752 (ABNT, 2014), que determina o índice de desempenho de materiais pozolânicos com cimento Portland aos 28 dias de cura. Foram moldados seis corpos de provas de referência, denominada de argamassa A, e seis corpos de prova contendo cinzas de olarias em substituição ao cimento em 25%, denominada de argamassa B. A quantidade de água nas duas argamassas foi de 300 ml.

- Definição do traço do tijolo solo-cimento

Foram definidos quatro traços, sendo um traço denominado de traço convencional (T0), sem resíduo e três traços alternativos com 5 %, 10 % e 15 % de cinza de olaria em substituição ao cimento Portland, denominados de T5, T10 e T15, partindo do traço de referência de 13:1 (solo-cimento), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Definição dos traços para moldagem dos tijolos de solo-cimento.

Nº dos traços	Traço	Composição	a/c
Convencional (T0)	13:1,00	Sl:C	0,821
Alternativo 1 (T5)	13:0,95:0,05	Sl:C:CzO	
Alternativo 2 (T10)	13:0,90:0,10		
Alternativo 3 (T15)	13:0,85:0,15		

Notas:

T0: Traço convencional.

T5; T10 e T15: Traços alternativos com 5%, 10% e 15% de CzO, respectivamente.

C = Cimento; Sl = Solo; CzO = Cinza de olarias e a/c = fator água-cimento.

- Moldagem

O processo de moldagem está prescrito na NBR 10833 (ABNT, 2012). Os tijolos foram moldados com as dimensões de 6,25 x 12,50 x 25 cm seguindo os limites estabelecidos na NBR 10835 (ABNT, 2012).

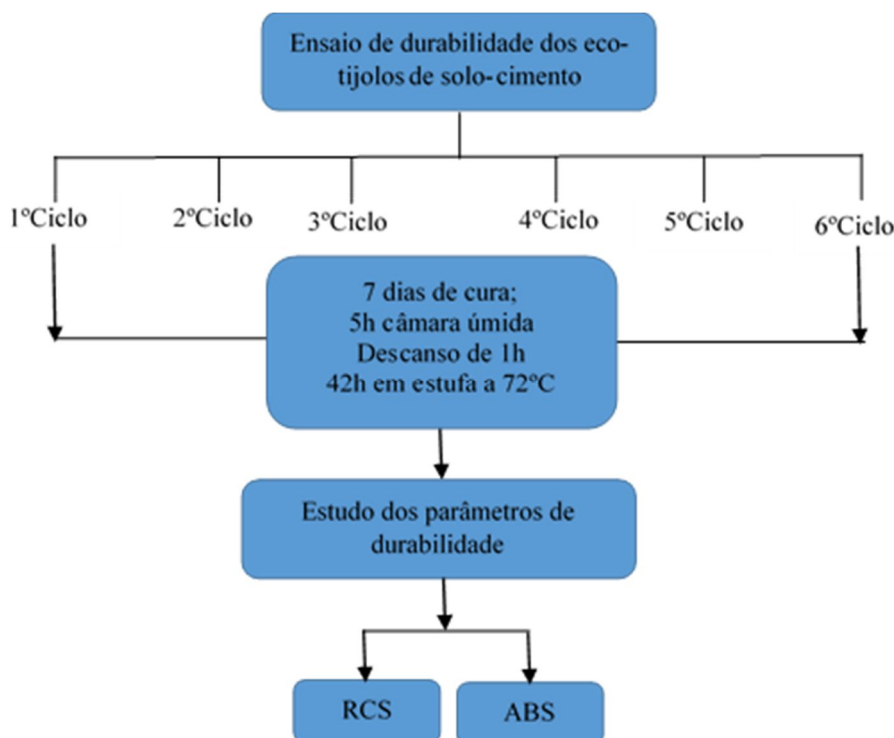
- Ensaio de resistência à compressão simples (RCS) e absorção de água

Os ensaios de RCS e absorção de água seguiram as especificações da NBR 10836 (ABNT, 2013) e a classificação e a avaliação da conformidade dos resultados segundo a classe da amostra conforme a ABNT NBR 10835 (ABNT, 2012), para o período de cura de 28 dias.

- Durabilidade

A durabilidade dos materiais está relacionada à sua eficácia de se manter em determinada forma, com as mesmas características ao decorrer do tempo. O ensaio consiste em verificar a resistência de um material ou elemento da construção em relação à deterioração ou degradação. É de suma importância a realização do ensaio de durabilidade, que se baseia na identificação do uso de um material para avaliação, que será usado como alternativo, é importante verificar se o material é durável ao longo do tempo e a manutenção das características físicas e químicas. Este ensaio baseou-se na ABNT NBR 13554 (ABNT, 1996). O Fluxograma 2 apresenta a metodologia do ensaio de Durabilidade.

Fluxograma 2. Metodologia do Ensaio de Durabilidade



- Tabulação dos dados e elaboração do artigo final

De posse dos resultados dos ensaios, analisar e comparar com os prescritos pelas normas verificando sua conformidade ou não.

RESULTADOS

I. Análise do Solo

- Caracterização do solo

O solo utilizado na composição dos tijolos apresentou percentual de 100 % passante na peneira de nº 4,8 mm e percentuais de finos aproximado de 50%, sendo que 28% de material é passante na peneira de malha 200 (0,075mm). O solo caracteriza-se como um solo arenoso, não líquido e não plástico, atendendo aos requisitos da norma que estabelece, para tijolos de solo-cimento com prensa manual, os solos devem ter: 100 % passando na peneira ABNT 4,8 mm (nº 4); 10 % a 50 % passando na peneira ABNT 0,075 mm (nº 200); Limite de liquidez (LL) menor ou igual a 45% e Índice de plasticidade (IP) menor ou igual a 18%.

- Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do solo

Na imagem é possível ver a superfície do solo, podendo-se destacar o tamanho de suas partículas, verificando-se uma aglomeração, gerando um maior diâmetro, conforme a Figura 1.

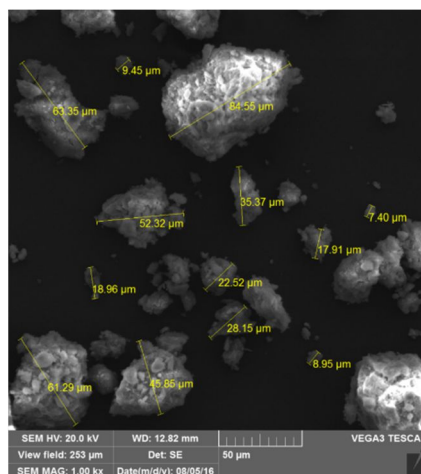


Figura 1: MEV do solo.

II. Análise da cinza

- Análise por Espectroscopia de Dispersão de Energia (EDS)

Através da análise dos elementos químicos foi possível verificar um percentual de cálcio superior a 84,00% e 9,74% de Potássio (K), constatando que o resíduo é composto basicamente de Cálcio. Observou-se também a presença de outros elementos químicos, porém em uma quantidade relativamente pequena, uma vez que o somatório de: Si, S, Fe, Sr, Ba, Mn e Rb foi de 6,23%.

- Índice de Atividade Pozolânica (IAP)

O resultado obtido para o IAP da cinza de olaria com cimento Portland ficou em torno de 35%, encontrando-se fora dos padrões contidos na NBR 5752 (ABNT, 2014) e pelos requisitos da NBR 12653 (ABNT, 2014), sendo estabelecido valores maior ou igual a 90%, neste caso descartou-se seu uso como possível substituição ao aglomerante, fato também observado por Gomes da Silva et al (2016).

- Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 2 está com um aumento de 1.0 kX. Nessa imagem é representada a superfície da cinza, podendo-se observar que o formato dos grãos é irregular e tem uma aparência esponjosa.

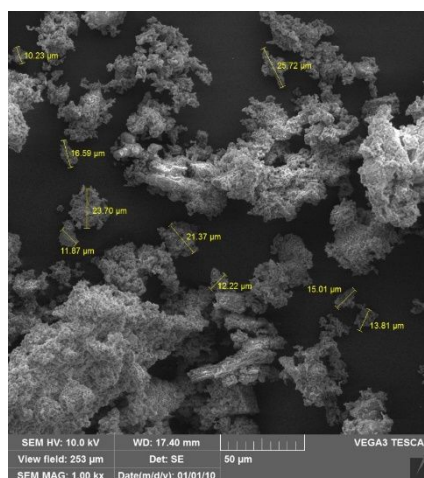


Figura 2: MEV da cinza.

III. Análise das propriedades dos tijolos

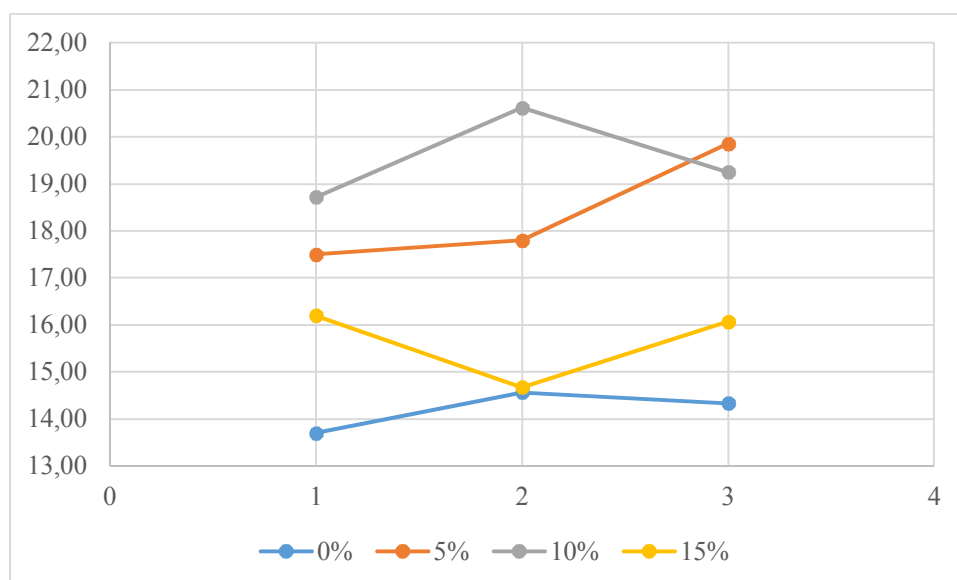
• Resultados das dimensões dos tijolos de solo-cimento

Na análise das dimensões dos tijolos de solo-cimento, é possível constatar que todas as dimensões estão em conformidade com a NBR 10835 (ABNT, 2012), onde a mesma afirma que os tijolos podem apresentar dimensões diferentes dos padrões, desde que permaneçam com a altura (H) menor que sua largura (L).

• Resultado da absorção de água dos tijolos de solo-cimento

Analisando os resultados de absorção de água (Abs) dos tijolos de solo-cimento, aos 28 dias de cura, é possível depreender que todos os traços apresentam os valores de absorção dentro dos padrões estabelecidos conforme a NBR 10836 (ABNT, 2013), onde a média dos valores são inferiores a 20 % e individuais inferiores a 22 %, conforme Gráfico 1. Para o teor de absorção de água dos tijolos com o resíduo, observou-se que foi superior ao do bloco sem adição de cinzas, isso se deve a alta porosidade da cinza, compatível com estudos de Bastos (2011).

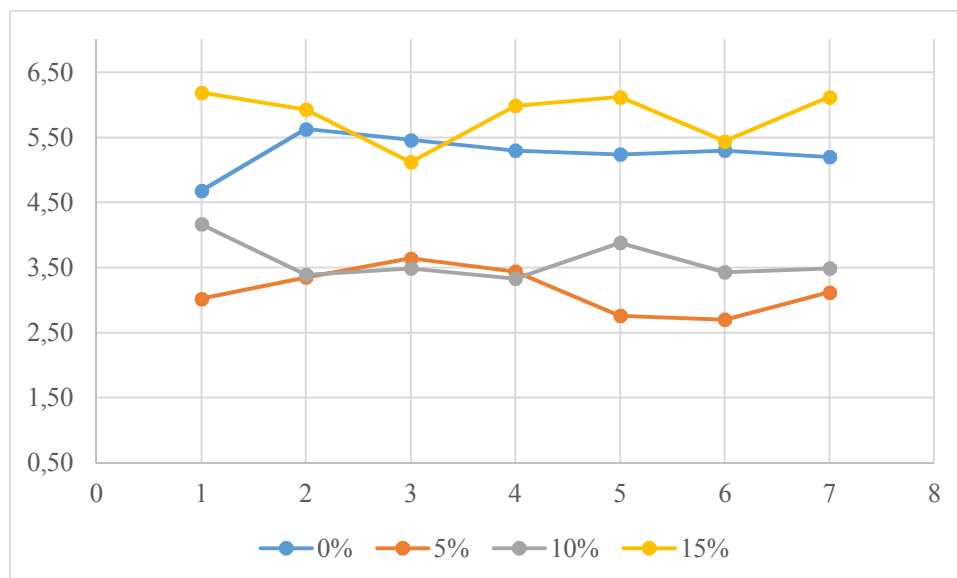
Gráfico 1. Resultado do ensaio de Absorção de água (%)



• Resultado da RCS dos tijolos de solo-cimento

Analisando os valores da resistência à compressão simples (RCS) dos tijolos, para o período de 28 dias de cura, verificou-se que todos os parâmetros se encontram em conformidade com a NBR 10836 (ABNT, 2013). A média das RCS foi superior a 2,00 MPa, com valores individuais maiores que 1,70 MPa para os dois tipos de tijolos. Os tijolos de 0 % e 15 % de substituição do cimento pelo resíduo apresentam valores superiores aos que contêm 5 % e 10 % de substituição, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2. Ensaio de Resistência à compressão (MPa)



- Resultados da durabilidade dos tijolos de solo-cimento – 1º Ciclo

Esta etapa visa entender o comportamento e o desempenho dos materiais ao longo de sua vida útil, avaliando-se os parâmetros de perda de massa, variação de umidade e variação de volume produzidas por ciclos de molhagem e secagem de corpos-de-prova de solo-cimento, composto por 6 ciclos iguais. Como a pesquisa está em andamento, tem-se o resultado do 1º Ciclo, conforme Tabela 2:

Tabela 2. Resultado do Ensaio de Durabilidade para o 1º Ciclo.

Traços	Etapas	Variação de Volume (%)	Variação de umidade (%)
Traço 0%	Etapa 01	1,00	6,61
	Etapa 02	1,00	3,75
	Etapa 03	1,00	8,17
Traço 5%	Etapa 01	1,00	7,79
	Etapa 02	1,00	5,59
	Etapa 03	1,80	8,93
Traço 10%	Etapa 01	1,00	4,13
	Etapa 02	1,00	1,15
	Etapa 03	1,00	6,00
Traço 15%	Etapa 01	1,00	3,88
	Etapa 02	1,00	1,13
	Etapa 03	1,00	6,73

Com relação a variação de umidade no 1º Ciclo, observou-se que em todos os traços ocorreram alterações nesse item, quando submeteu-se a cura de 5 h e a secagem na estufa por 42h. Sendo que, a maior variação foi no traço com 15% do resíduo, o que era esperado em virtude da cinza ser porosa do material. Em estudo de Souza (2011) com a adição de casca de arroz em blocos de solo-cimento também constatou que com o aumento do percentual de casca de arroz e diminuição do teor de cimento, ocorria a variação de umidade. Fato também observado por Milani (2005).

CONCLUSÕES

Após análises e interpretações dos resultados obtidos, foi constatado em todos os parâmetros verificados a efetividade da substituição parcial do cimento por porcentagens de 5 %, 10 % e 15 % de cinzas de olarias nos eco-tijolos sem função estrutural. Tendo em vista que, a resistência à compressão simples foi superior ao mínimo estabelecido pela norma, que dita valores individuais de 1,7 MPa e médios de 2,00 Mpa. Além de que o teor de absorção de água teve resultados em consonância com o estabelecido, que é valores individuais iguais ou menores que 22 % e médios iguais ou menores que 20 %. E por último, as dimensões que também estão de acordo com os parâmetros. Como já era esperado por ter um maior teor de material poroso, o traço de 15% de resíduo obteve uma maior variação de umidade. Como a pesquisa está em andamento, não se tem resultados de durabilidade para os seis ciclos dos tijolos de solo-cimento-cinza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 5752 - **Materiais pozolânicos — Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias**. 2014.
2. _____. NBR 10833 - **Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento**. 2012.
3. _____. NBR 10835 - **Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: formas e dimensões - padronização**. 2012.
4. _____. NBR 10836 - **Bloco de solo-cimento sem função estrutural: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – método de ensaio**. 2013.
5. _____. NBR 12653 – **Materiais pozolânicos - Requisitos**. 2014.
6. _____. NBR 13554 – **Solo-cimento – Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem**. 1996.
7. BASTOS, M. P. **Resistência à compressão e absorção água em tijolos de solo-cimento**. Monografia de graduação. 41p. UnB. Brasília, 2011.
8. GOMES DA SILVA, D. C. M.; MARCIANO, J. S.; OLIVEIRA, J. P. S.; SOUZA, J. **Estudo de cinzas de olarias como pozolanas para uso em traços de argamassas**. Trabalho de pesquisa/PROPI/IFRN. Natal/RN. 2016.
9. HELENE, P. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001**. Workshop sobre durabilidade das construções. São José dos Campos/SP. 2001.
10. MILANI, A.P.S. **Avaliação Físico-mecânica de tijolos de solo-cimento e de cal adicionado de casca de arroz**. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e ambiência), Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas / SP. 2005
11. ROQUE, J. A.; MORENO JUNIOR, A. L. **Considerações sobre vida útil do concreto**. 1º Encontro Nacional de Pesquisa-Produção-Projeto em concreto pré-moldado. São Carlos/SP. 2005.
12. SOUZA, F.A. **Estudo de durabilidade de blocos de solo-cimento com a Incorporação de casca de arroz**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) CCT/UFCG. Campina Grande/PB. 2011.