



AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES DOS TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO PRODUZIDO NO ESTADO DO PARÁ

BARNABÉ, K de O (1); LAGO, L. B (2); SOUZA, P. S. L. (3)

- (1) Estudante Acadêmico de Eng. Civil, Universidade Federal do Pará, Brasil, e-mail: gersonnoguera@yahoo.com.br
- (2) Estudante Acadêmico de Eng. Civil, Universidade Federal do Pará, Brasil, e-mail: leonardolago@hotmail.com
- (3)Eng. Civil, Dr., professor e pesquisador do PPGEC- Universidade Federal do Pará, Brasil, e-mail: paseliso@ufpa.br

RESUMO

Este trabalho é o resultado do estudo sobre algumas propriedades dos tijolos de solo-cimento produzidos em duas olarias, localizadas em regiões distintas do Estado do Pará, sendo uma localizada no Município de Santarém-PA e a outra na região metropolitana de Belém. O objetivo do trabalho foi verificar se a absorção de água, a resistência à compressão e as características geométricas desses elementos encontravam-se dentro dos valores estabelecidos pelas normas brasileiras, para a aquisição desses valores utilizou-se uma metodologia baseada em procedimentos de ensaios descritos na NBR 8491 (ABNT, 1984), NBR 8492 (ABNT, 1984) e na NBR 7171 (ABNT, 1992). O estudo indicou que os resultados obtidos na absorção de água de ambas as olarias, apresentaram valores aceitáveis no que se refere a esta propriedade. Quanto a resistência à compressão e as características geométricas constatou-se uma pequena falta de sintonia com os limites definidos por norma, fato este observado mais em relação a olaria localizada no Município de Santarém. Finaliza-se o trabalho com alguns comentários quanto aos resultados obtidos.

Palavras-chaves: solo-cimento, tijolo, características geométricas, compressão.

ABSTRACT

This work is the result of study on some properties of soil-cement bricks produced in two potteries, located in distinct regions of the State of Pará, one located in the city of Santarém-PA and the other in the metropolitan area of Belém. The objective was to check whether the water absorption, resistance to compression and geometric characteristics of these elements met inside of the values established for the Brazilian norms, for the acquisition of these values used a methodology based on procedures of described assays in NBR 8491 (ABNT, 1984), NBR 8492 (ABNT, 1984) and in NBR 7171 (ABNT, 1992). The study indicated that the results obtained in the water absorption from both the potteries, showed acceptable in relation to this property. As resistance to compression and geometric characteristics there was a small lack of line with the limits defined by norm, fact this observed more in relation the pottery located in the City of Santarém. Finished the work with some comments on the results obtained.

Keywords: soil-cement, brick, geometric characteristics, compression.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de materiais de construção civil traz cada vez mais novidades, no entanto, há produtos que, apesar de não tão novos no mercado, surpreendem por algumas características ímpares, como o tijolo de solo-cimento. O sistema de construção com o solo-cimento foi empregado no Brasil inicialmente na confecção de bases e sub-bases de pavimentos de estradas e em 1934 foi realizado o primeiro estudo quantitativo do material. Conduto as grandes construções com este material no Brasil datam na época de 1950, onde um grande hospital em Manaus foi construído com paredes de solo-cimento. No entanto, este material só foi aplicado em moradias em 1978, quando o antigo BNH aprovou a técnica para as construções de habitações populares. Estudos feitos pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e pelo Ceped (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento) no final dos anos 70 comprovaram que, além do bom desempenho termo-acústico, o solo-cimento aplicado em construções levava a uma redução de custo de 20% a 40% se comparado com a alvenaria tradicional. Naquele momento, predominavam as construções com paredes monolíticas, recentemente, processos construtivos que envolvem o uso dos tijolos de solo-cimento estão tento muita aceitação no mercado. Apesar de mais caros do que a parede monolítica, a alvenaria de tijolos de solo cimento apresenta vantagens como dispensar o emprego de formas, acelera a construção e facilita a passagem das instalações elétricas e hidráulicas, a desvantagem seria a dependência em relação às prensas manuais e hidráulicas, devido ao seu custo de aquisição e de manutenção. Na construção civil belenense, se percebe pouco a presença desse material, talvez devido a falta de planejamento, ou o preconceito das pessoas, que associam o solo a pobreza e ate mesmo o desconhecimento técnico, em relação a isto nota-se há predominância de blocos cerâmicos.

No processo de fabricação não há desmatamento, nem queima de carvão ou óleo combustível, esta é substituída por técnicas de cura e secagem. O tijolo solo-cimento é constituído por três elementos básicos: solo, cimento e água, daí resultam em uma mistura de coloração uniforme, que é prensado manualmente dentro de moldes de formados variados, o que possibilita produzir diversos tipos de tijolos. Os tijolos fabricados são curados em local coberto e mantidos úmidos, porém não saturados, por um período de no mínimo 7 dias, para que os tijolos endureçam e adquiram a resistência desejada. De acordo com as normas da ABNT, só depois de 14 dias é que os tijolos podem ser aplicados em construção. O solo utilizado pelas olarias pesquisadas, é pré-selecionado, em seguida é transportado para o depósito, onde no seu tratamento é triturado e peneirado e, eventualmente, corrigido, de modo que permita o uso de menor quantidade possível de cimento. Embora existam alguns tipos de solo que não podem ser utilizado no processo, há possibilidade de se misturar dois ou mais solos para a obtenção de um solo viável para estabilizar-se como solo cimento. Para a execução deste trabalho teve-se como foco duas olarias localizadas no estado do Pará, uma na cidade de Belém e outra na cidade de Santarém. Nessas olarias constatou-se semelhanças no processo produtivo dos tijolos a serem estudados, obtendo diferença apenas nos tipos de tijolos produzidos, que em função dos moldes de produção, a de Santarém produz dois tipos de tijolos (tipo A e B) e a de Belém produz somente um tipo de tijolo (tipo A).

Desse modo, o objetivo principal deste trabalho é verificar se a absorção de água, a resistência à compressão e as características geométricas dos tijolos encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas brasileiras referentes ao assunto.

2 METODOLOGIA PARA OS ENSAIOS

Para a obtenção do objetivo deste trabalho, aplicou-se uma metodologia baseada nas NBR 8491 (ABNT, 1984), NBR 8492 (ABNT, 1984) e na NBR 7171 (ABNT, 1992), que possibilitou a definição do número de amostras para cada lote e os procedimentos para obtenção dos resultados das propriedades analisadas.

2.1 Escolha da olaria

Focalizou-se o estudo em duas olarias do Estado do Pará, uma localizada na região de Santarém, definida como sendo a olaria 1 e outra na região metropolitana de Belém, que foi definida como sendo a olaria 2. A olaria 1, localizada em uma região pouco afastada da cidade, atuando no mercado a mais de 4 anos, possuía uma infra-estrutura de produção de telhas e tijolos (cerâmicos e de solo cimento), que possibilita a fabricação de 2000 tijolos de solo-cimento por dia. A olaria 2, atuando no mercado a mais de 1 ano e 6 meses, possuía uma infra-estrutura de produção de tijolos de solo-cimento que possibilita a fabricação de 1600 tijolos por dia. Quanto ao traço utilizado pelas olarias, é de 1:10 em volume (cimento:solo) e se a umidade não estiver ideal, adiciona-se água aos poucos até atingi-la.

2.2 Definição do número de amostras para cada lote

Na definição do número de corpos-de-prova há serem coletados aleatoriamente, para a realização deste trabalho, empregou-se como parâmetro, os valores estabelecidos na NBR 7171(ABNT, 1992), colocados na tabela 1. Conforme observado na tabela citada, tem-se a adoção de duas amostras por lote, o procedimento para a definição das amostras foi empregado apenas para os ensaios de absorção e resistência à compressão, onde cada amostra foi composta por 13 corpos de prova. Quanto ao número de corpos de prova a serem ensaiados para a verificação da absorção de água e resistência à compressão adotou-se a NBR 8492 (ABNT, 1984), onde estabelece que para cada amostra adote-se 3 corpos-de-prova para o ensaio de absorção e 10 para o ensaio de resistência à compressão. Na determinação das características geométricas optou-se por apenas uma amostra por lote, constituída por 26 corpos-de-prova.

Tabela 1 _ Número de tijolos dos lotes e das amostras segundo a NBR 7171(ABNT, 1992).

Lote	Amostra	
	Primeira	Segunda
10000 a 25000	13	13

2.3 Obtenção dos resultados

a) Absorção de água e resistência a compressão

Os procedimentos para a obtenção dos resultados de absorção de água e resistência à compressão dos tijolos foram definidos com base na NBR 8492 (ABNT, 1984).

b) Determinação das características geométricas

Os procedimentos para obtenção desses resultados tiveram como base a NBR 8491 (ABNT, 1984), visando a definição das dimensões reais dos tijolos, associando os tijolos ensaiados a um dos tipos (Tipo I e II) de tijolos definidos pela referida norma. Após esta etapa buscou-se a medição individual de cada tijolo visando verificar se os corpos de prova analisados estavam dentro das tolerâncias admitidas por norma, a qual admite como tolerâncias os valores colocados na tabela 2.

Tabela 2 _ Tolerância de fabricação segundo a NBR 8491 (ABNT, 1984)

Dimensões	Tolerância
Largura (L)	± 3
Altura (H)	± 3
Comprimento (C)	± 3

Unid.: mm

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Características geométricas: análise das dimensões dos tijolos

Quanto às dimensões dos corpos de prova analisados, constatou-se que os produzidos nas olarias pesquisadas possuem dimensões que possibilitem associá-los ao tijolo tipo I, conforme definido pela NBR 8491 (ABNT, 1984). Contudo, esta associação não é completa, visto que não se constatou uma conformidade da largura com o valor especificado pela norma para o tijolo tipo I, o que pode dificultar a busca por modulação da alvenaria. A falta de uma completa associação às especificações normativas, quando a produção dos tijolos de solo-cimento é semelhante à verificada por Souza et al. (1998), na mesma região, em relação a produção dos blocos cerâmicos, entretanto, neste trabalho a falta de interação com os valores normativos foi maior que a obtida no presente trabalho. Apesar da falta de conformidade, partiu-se para a medição individual das dimensões visando verificar a conformidade com as tolerâncias definidas pela NBR 7171 (ABNT, 1992), para as características geométricas.

No comprimento dos tijolos, verificou-se que do total de corpos-de-prova analisados da olaria 1, apenas 2 (7,7%) apresentaram uma variação dimensional acima do limite de tolerância e 3 (11,5%) apresentaram valores abaixo, totalizando 5 (19,2%) corpos-de-prova com tolerância fora do estipulado na referida norma. Na olaria 2 constatou-se que em ambos os casos, ou seja, tolerância acima e abaixo do fixado, teve-se apenas 1 (3,8%) corpo-de-prova, totalizando 2 (7,6%) corpos de prova com tolerância fora do estipulado pela citada norma. Com base nos valores obtidos, constata-se que a pior situação ocorreu na olaria 1, visto que nesta olaria ocorreram procedimentos inadequados quanto ao processo de cura, como na escolha do local para a estocagem e no número de molhagem dos tijolos/dia, enquanto na olaria 2 ocorre um controle mais rigoroso por parte do fabricante quanto ao referido processo. Os resultados podem ser visualizados no gráfico 1.

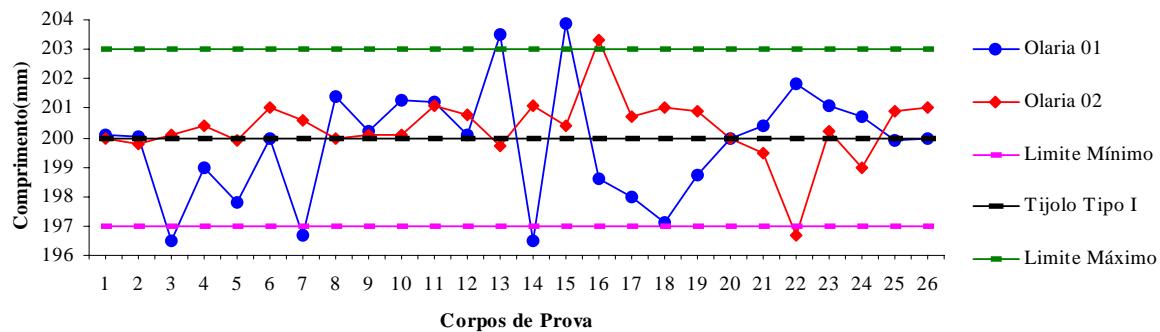


Gráfico 1_ Comprimento constatado nos tijolos das olarias pesquisadas.

Na análise da altura, constatou-se que dos tijolos provenientes da olaria 1, apenas 2 (7,7%) apresentaram valores acima do limite de tolerância, enquanto que na olaria 2 não foi verificado valores acima ou abaixo dos limites. O fato da altura quase não ter variado em relação a altura do tijolo tipo I, pode garantir um menor custo na execução da alvenaria, visto que há menos necessidade de argamassa, para realização das juntas horizontais da alvenaria com tijolos de solo-cimento. Os resultados finais referentes a altura estão contidos no gráfico 2.

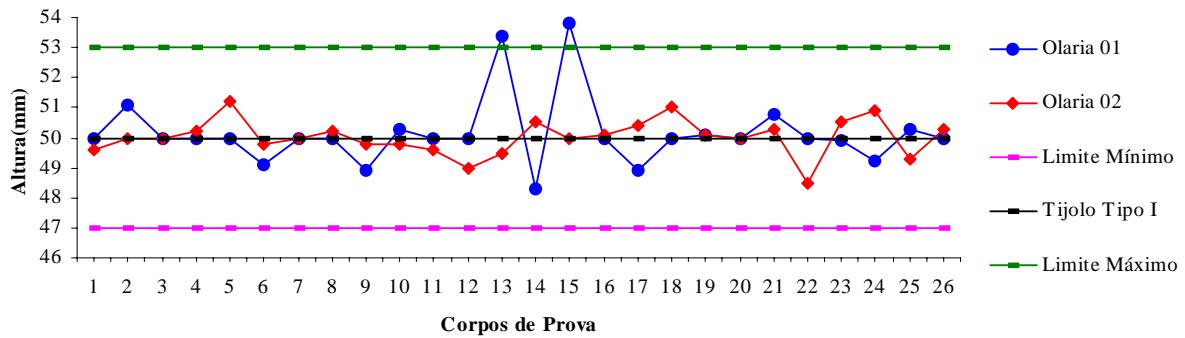


Gráfico 2_ Altura constatada nos tijolos das olarias pesquisadas

Quanto à largura, mesmo não havendo a possibilidade de se relacionar a especificação para o tijolo tipo I, conforme colocado anteriormente, fez-se a medição desta dimensão com o intuito de verificar se a mesma está dentro dos limites de tolerância definidos na NBR 7171 (ABNT, 1992). Assim sendo, constatou-se na olaria 1 somente 1 (3,8%), enquanto que na olaria 2 não foi verificado nenhum corpo-de-prova com variação dimensional acima do limite de tolerância. A situação constatada nesta dimensão pode garantir um menor custo no que diz respeito à execução do acabamento final, haja vista não haver necessidade de grande espessura de revestimento para compensar as irregularidades dos tijolos. Os resultados obtidos estão contidos no gráfico 3.

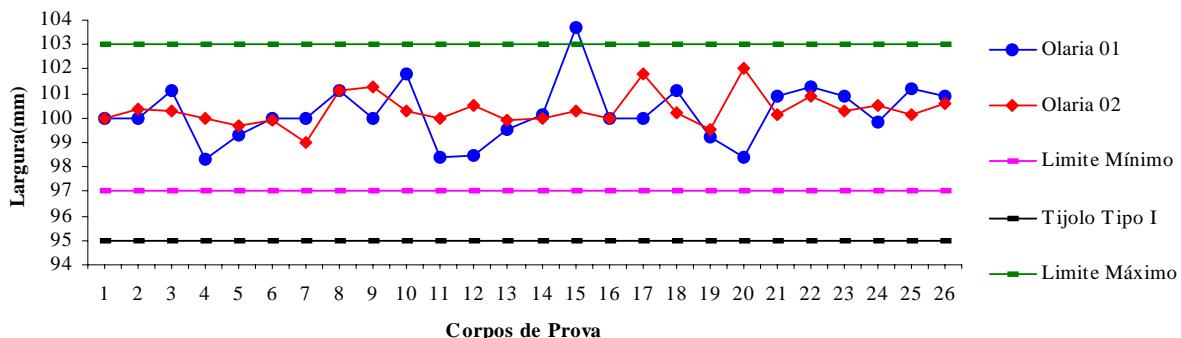


Gráfico 3_ Largura constatada nos tijolos das olarias pesquisadas.

Em resumo, constatou-se que nos corpos de prova avaliados, existe certa uniformidade no que se referem as suas dimensões. Essa constatação decorre do fato de que se tiveram poucos corpos-de-prova com variação superior aos limites de tolerância especificados pela NBR 7171 (ABNT, 1992). A relativa uniformidade obtida neste tipo de tijolo é superior a obtida na região quando do uso de outros materiais para a obtenção de tijolos, visto que Souza et al. (1998), quando da fabricação de blocos cerâmicos, que obteve um maior número de corpos-de-prova fora das tolerâncias. O melhor comportamento do tijolo de solo-cimento evidencia claramente uma maior qualificação do seu processo produtivo na região, e consequentemente proporciona a este material uma maior possibilidade de obtenção da modulação da alvenaria, o que pode resultar numa maior economia e produtividade, quando comparada com a alvenaria de blocos cerâmicos.

3.2 Análise da absorção de água dos tijolos

Seguindo os procedimentos descritos na NBR 8491 (ABNT, 1984) para o ensaio de absorção de água dos tijolos, obteve-se os valores individuais e médios, contidos nos gráficos 4 e 5, respectivamente.

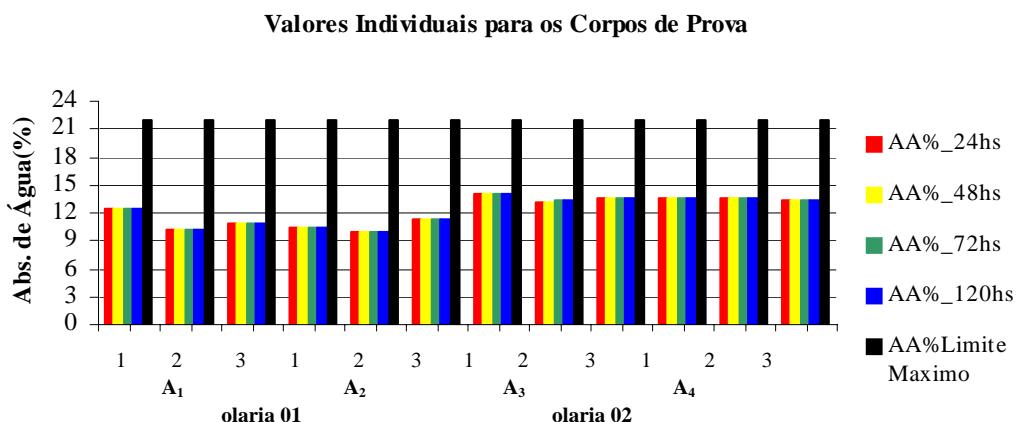


Gráfico 4_ Valores de absorção individuais das olarias pesquisada

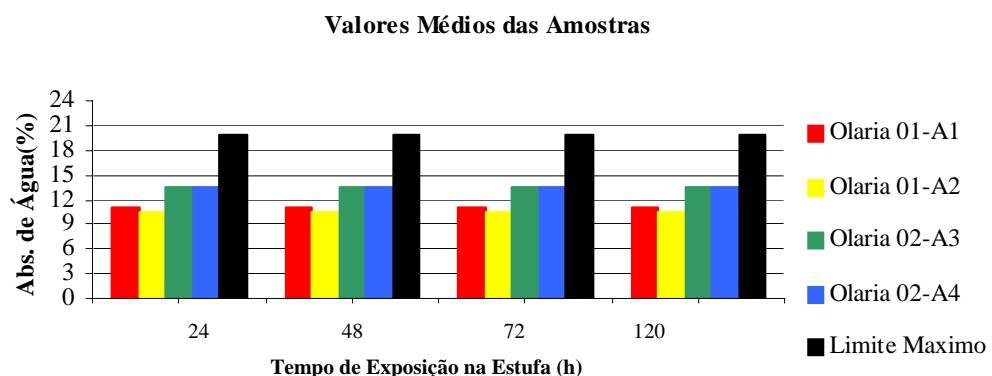


Gráfico 5_ Valores de absorções médias das olarias pesquisadas

Conforme colocado nos gráficos 4 e 5 pode-se constatar que os tijolos de solo-cimento apresentaram um excelente comportamento em relação a esta propriedade, visto que tanto em relação aos valores individuais quanto aos valores médios não teve-se nenhum tijolo acima dos limites estabelecidos pela NBR 8491 (ABNT, 1984) de 22% para valores individuais e 20% para valores médios, respectivamente. Este comportamento indica que no processo de produção dos tijolos, tem-se por parte das olarias uma escolha adequada do solo, pois esta etapa é de muita importância para esta propriedade.

Os baixos valores de absorção alcançados nos tijolos provenientes tanto da olaria 1 quanto da olaria 2 evidenciam que esse tipo de tijolo possa apresentar boas condições para a sua aplicabilidade na execução de alvenaria, haja vista que, a sua absorção facilitará uma melhor união deste elemento com a argamassa de assentamento e de revestimento. Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos relatados por Geyer et al. (2002) e por Liborio et al. (2003).

em trabalhos envolvendo tijolos de solo-cimento-escória e de solo-cimento, respectivamente. Esses bons resultados de absorção de água obtidos pelas olarias pesquisadas, também são semelhantes aos obtidos na região com outros materiais para a produção de tijolos, como visto por Souza et al. (1998), quando da fabricação de blocos cerâmicos.

3.3 Análise de resistência à compressão dos tijolos

Como na absorção de água, fez-se também na resistência à compressão uma comparação com os limites mínimos estabelecidos pela NBR 8491 (ABNT, 1984) de 17 kgf/cm^2 ($1,7 \text{ MPa}$) e de 20 kgf/cm^2 (2 MPa) para os valores individuais e médios, respectivamente. A execução do ensaio de resistência à compressão foi baseada nos procedimentos especificados na NBR 8491 (ABNT, 1984), sendo que os resultados obtidos estão colocados nos gráficos 6 e 7.

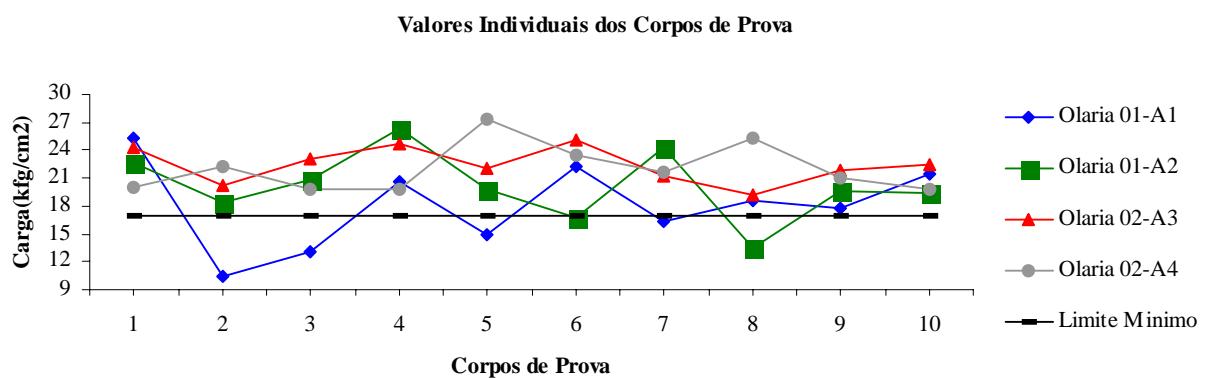


Gráfico 6_ Valores de resistências individuais das olarias pesquisadas

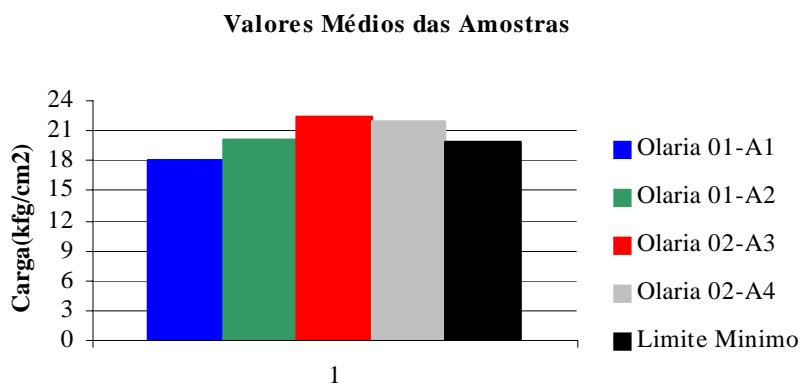


Gráfico 7_ Valores der resistência média das amostras das olarias pesquisadas

Segundo constatado nos gráficos, teve-se com relação aos valores individuais, que a olaria 1 apresentou 4 (30,7%) corpos-de-prova na amostra 1 e 1 (7,7%) corpo-de-prova na amostra 2 com valores abaixo do limite estabelecido pela NBR 8491 (ABNT,1984).

Na olaria 2 em ambas as amostras, não foi constatado valores individuais inferiores ao limite mínimo estabelecido pela citada norma. Para os valores médios, verificou-se que somente a amostra 1 da olaria 1, apresentava um valor abaixo do estabelecido pela norma.

O fato de a amostra 1 da olaria 1 ter demonstrado um alto percentual de resistência à compressão individual não satisfatórios, bem como um valor médio abaixo do estabelecido pela norma, pode ter sido ocasionado por um traço inadequado para o referido lote, ou seja, utilizou-se pouca quantidade de cimento, o que pode evidenciar uma possível deficiência da referida olaria na etapa de dosagem ou de produção dos tijolos.

Numa análise completa dos resultados de resistência à compressão obtida por este tipo de tijolo produzido nas olarias pesquisadas, constata-se que os resultados foram semelhantes aos obtidos por Liborio et al. (2003), quando da fabricação de tijolos de solo-cimento por prensagem manual. Contudo, quando se compara com os obtidos por Geyer et al. (2002), quando da produção de tijolos de solo-cimento-escória, verifica-se que os resultados foram superiores aos obtidos neste trabalho, o que pode conseqüência do efeito do uso de escória na produção deste tipo de tijolo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi proposto inicialmente, este trabalho teve o objetivo principal de fazer uma análise de algumas propriedades do tijolo solo-cimento produzido em olarias do Estado do Pará, sendo uma localizada na região metropolitana de Belém e outra no Município de Santarém PA, visando ter um quadro geral das seguintes propriedades: absorção de água, resistência à compressão e das características geométricas. Assim sendo, com base nos resultados obtidos, constata-se que se conseguiu atingir o objetivo específico.

Os resultados, em ambas as olarias, nos ensaios de absorção de água e resistência à compressão apresentaram de uma maneira geral um alto percentual de valores, tanto individuais quanto médios, de acordo com os limites estabelecidos pela NBR 8491 (ABNT, 1984), demonstrando deste modo que os procedimentos mais importantes para a produção dos tijolos são seguidos pelas olarias.

Na análise das características geométricas, teve-se que os corpos de prova apresentam dimensões que possibilitam associá-las as dimensões tipo I, contudo não se constatou uma perfeita sintonia das dimensões especificadas para este tipo, visto que a largura apresenta valor totalmente discordante do especificado por norma. Com relação aos limites de tolerâncias, tem novamente uma boa conformidade das variações medidas com as estabelecidas pela NBR 8491 (ABNT, 1984). Neste contexto, excetua-se apenas o comprimento do tijolo oriundo da olaria 01, que apresentou um alto percentual de valores fora das tolerâncias. Em função dos valores obtidos, tem-se que os tijolos de solo-cimento produzidos nestas Olarias, apresentam boas condições para a sua aplicabilidade na execução de alvenaria.

Em função dos resultados obtidos, constata-se que houve a obtenção de valores que realmente forneceram, nas características analisadas, um parâmetro para conhecer melhor esse elemento. Apesar de o trabalho cobrir somente duas olarias localizadas em regiões distintas em nosso Estado, tem-se que os resultados obtidos podem servir como ponto de referência para as demais olarias que desejarem produzir esse tipo de tijolo, visto que o seu processo de produção é muito simples. A maior produção deste tipo de elemento construtivo, bem como uma maior divulgação das suas características pode fomentar o seu emprego na construção civil. O maior emprego deste tipo de bloco vai ao encontro do desenvolvimento sustentável, levantado por diversos pesquisadores, pois no seu processo de fabricação (não há desmatamento, nem queima de carvão ou óleo combustível) e execução (sistema de encaixe), considera o tijolo solo-cimento como sendo um tijolo modular ou ecológico.

É evidente que este trabalho não se encerra por aqui, visto que ele aborda somente três características do tijolo solo cimento, contudo serve de ponto de partida para a formação de um grande banco de dados sobre este tipo de tijolo.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bloco cerâmico para alvenaria:** NBT 7171. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tijolo maciço de solo cimento:** NBT 8491. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tijolos maciço de solo cimento determinação da resistência a compressão e da absorção de água:** NBT 8492. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bloco vazado de solo cimento sem função estrutural – forma e dimensões:** NBT 10835. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Fabricação de tijolos de solo cimento com a utilização de prensas manuais:** BT 110. São Paulo, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Construção de paredes monolíticas com solo cimento compactado:** BT 100. São Paulo, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Dosagem das misturas de solo cimento:**
norma de dosagem e método de ensaio: publicação ABCP. São Paulo, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Controle e fiscalização de obras de solo cimento:** publicação ABCP. São Paulo, 1973.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Controle e fiscalização de obras de solo cimento:** publicação ABCP. São Paulo, 1973.

Geyer, R.T.; Gonçalves, G.; Parmigiani, G.. Utilização de escórias de aciaria elétrica na produção de tijolos de solo-cimento-escória, maio, 2002. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, Brasil.

Grande, F.M., D.C.C. **Fabricação de tijolos modulares de solo cimento por prensagem manual.** São Carlos, 2003. 165 p. tese de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos.