



IJIE

Iberoamerican Journal of Industrial Engineering
Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial
Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial

IJIE – Iberoamerican Journal of Industrial Engineering
Periódico da área de Engenharia Industrial e áreas correlatas
Editor responsável: Nelson Casarotto Filho, Prof. Dr.
Organização responsável: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Processo de avaliação de artigos por pares
Periodicidade: Semestral
Florianópolis, SC, v. 3, n. 1, p. 48-61, Julho, 2011.
Artigo recebido em 01/06/2011 e aceito para publicação em 05/07/2011.

ANÁLISE PRELIMINAR DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS FABRICADOS NO MUNICÍPIO DE IPABA

PRELIMINARY ANALYSIS OF COMPRESSIVE STRENGTH OF BRICK ECOLOGICAL MADE IN THE CITY OF IPABA

Thiago Augusto Corrêa Souza

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais
Discente do Curso de Engenharia de Materiais
Av. Tancredo Neves, 3500. Bairro: Universitário, Coronel Fabriciano, Minas Gerais, Brasil.
augustthiago@hotmail.com

Grécia Aparecida Nunes

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais
Discente do Curso de Engenharia de Produção
Av. Tancredo Neves, 3500. Bairro: Universitário, Coronel Fabriciano, Minas Gerais, Brasil.
grecianunes@gmail.com

Juzelma Marinkes Soares

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais
Discente do Curso de Engenharia de Produção
Av. Tancredo Neves, 3500. Bairro: Universitário, Coronel Fabriciano, Minas Gerais
Brasil.
juzelma@gmail.com

Marluce Teixeira Andrade Queiroz

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais
Departamento de Ciências Exatas
Av. Tancredo Neves, 3500. Bairro: Universitário, Coronel Fabriciano, Minas Gerais, Brasil.
marluce.queiroz@yahoo.com.br

RESUMO: Considerando a necessidade da construção de moradias que sejam capazes de atender aos requisitos de segurança, proteção ambiental e baixo custo, implementou-se estudo para verificar as características físico-químicas dos tijolos de terra crua (tijolos ecológicos) produzidos por uma empresa sediada em Ipaba, Minas Gerais. A empresa de pequeno porte utilizava mão de obra carcerária contribuindo para a reinserção daquelas pessoas no convívio social e no mercado de trabalho. Aplicou-se como parâmetro a resistência à compressão, sendo os ensaios sistematizados conforme os procedimentos exarados na Norma Brasileira, NBR 8492/1984, para o capeamento não colado. Os resultados foram comparados com os valores estabelecidos como satisfatórios pela NBR 8491/1984. Constatou-se não conformidades que denotavam situação de grave e iminente risco para a população, tornando inviável a comercialização do tijolo ecológico. Foram indicadas as principais medidas corretivas relativas à confecção dos tijolos ecológicos visando garantir a qualidade do produto final e manutenção do processo produtivo. Entende-se a relevância deste estudo frente às necessidades de desenvolvimento de ações capazes de contribuir para a sustentabilidade do planeta.

Palavras-chave: Tijolo Ecológico. Resistência à Compressão. Medidas Corretivas. Sustentabilidade Ambiental.

ABSTRACT: Considering the need to build houses that are capable to meet the safety requirements, environmental protection and low cost, we implemented study to explore the physical and chemical characteristics of soil brick (green bricks) produced by a company based in Ipaba, Minas Gerais. The small business used prison labor, contributing to the reintegration of those people in social and labor market. Was applied as a parameter the compressive strength, and the systematic testing procedures as entered in the NBR 8492/1984 not glued to the capping. The results were compared with the values established as satisfactory by NBR 8491/1984. It was found non-conformities that denoted a situation of serious and imminent risk to the population, impeding the marketing of eco-brick. They were showing the main corrective measures relating to manufacture of green bricks in order to ensure final product quality and maintenance of the production process. It is understood the relevance of this study before the development needs of actions capable of contributing to the sustainability of the planet.

Keywords: Ecological Brick. Compressive Strength. Corrective measures. Environmental Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente atingiu também o setor da construção civil. A busca de novas soluções construtivas, o emprego viável de novas ferramentas, a reciclagem de resíduos, o déficit habitacional, o desenvolvimento sustentável e a eliminação do desperdício no canteiro de obras por meio da racionalização de materiais e mão de obra são desafios a serem encarados por pesquisadores, engenheiros, arquitetos e a própria sociedade (GONÇALVES et. al., 2006).

Esse contexto faz com que novos materiais, ou ainda, materiais de elevado desempenho, e sistemas construtivos mais eficientes sejam os principais objetivos na tentativa de estabelecer uma relação saudável entre baixo custo e qualidade de nossas obras sem desprezar a cultura, a realidade de consumo e os limites da mão de obra.

Com a utilização racional dos recursos naturais, o resgate do uso do solo como material de construção tem se intensificado, tendo seu comportamento físico-mecânico melhorado por meio da estabilização com aglomerantes minerais. Na estabilização do solo com o cimento, ocorrem reações de hidratação dos silicatos e aluminatos presentes no cimento, formando um gel que preenche parte dos vazios da massa e une os grãos adjacentes do solo, conferindo-lhe resistência inicial; paralelamente, ocorrem reações iônicas que provocam a troca de cátions das estruturas argilominerais do solo com os íons de cálcio provenientes da hidratação do cimento adicionado (GRANDE, 2003).

A mistura de solo-cimento é submetida à compactação num teor de umidade ótimo para obtenção de máxima densidade, de modo a formar um material estruturalmente resistente e durável, utilizado na forma de tijolos, blocos e paredes monolíticas (LOPES; FREIRE, 2003 *apud* ALBUQUERQUE et al., 2008), apresentando boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade e baixo índice de retração volumétrica (HABITAR, 2004).

De acordo com a NBR 8491/1994 tijolo maciço de solo-cimento é aquele cujo volume não é inferior a 85% de seu volume total aparente e constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland, cal, água e, eventualmente, aditivos em proporções que permitam atender às exigências daquela norma.

A resistência à compressão é uma das características essenciais inerentes a qualquer tipo de tijolo, repercutindo favoravelmente na estabilidade de uma construção. A Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC (1999) afirma que o aumento nos teores de cimento na composição do tijolo de solo-cimento implica em significativa elevação nos valores médios de resistência, sendo possível obter uma resistência de 2,8 Mega Pascal (MPa)

por meio da adição de apenas 10% de cimento em massa. A definição quanto à composição final vincula-se à aplicação final do tijolo.

Desse modo, o uso dos tijolos de solo-cimento produzidos por meio de prensas manuais, com aplicações de técnicas simples e soluções viáveis, está em conformidade com os padrões de segurança ambiental, porque permite o desenvolvimento de componentes de sistemas construtivos com inúmeras vantagens. Pode-se citar o controle de perdas; disponibilidade de abastecimento; baixo custo em comparação às alvenarias convencionais; eficiência construtiva devido ao sistema modular, pelo qual os tijolos são somente encaixados ou assentados com pouca quantidade de argamassa. Além disso, os tijolos podem ser produzidos com furos internos que permitem a passagem de tubulações sem a necessidade de cortes ou quebras, facilitando o manuseio devido aos encaixes que agilizam a execução da alvenaria; implicando em baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa a queima; e a economia de transporte, já que geralmente é produzido no próprio local da obra (FUNTAC, 1999).

Além de grande resistência, outra vantagem desse tijolo é o seu excelente aspecto. Esses elementos, após pequeno período de cura, garantem resistência à compressão simples similar à dos tijolos maciços e blocos cerâmicos, sendo a resistência tanto mais elevada quanto maior for a quantidade de cimento empregada; esta, no entanto, deve ser limitada a um teor ótimo que confira ao material curado a necessária qualidade, sem aumento do custo de fabricação (FUNTAC, 1999).

Para que o tijolo de solo-cimento seja caracterizado como produto de qualidade, o mesmo deve atender aos requisitos da NBR 8491/1984 no que diz respeito às dimensões e respectivas tolerâncias, resistência à compressão e absorção de água. Somente assim poderá ser disponibilizado para o mercado consumidor.

Neste contexto, sistematizou-se estudo visando avaliar algumas características físico-químicas de tijolos ecológicos produzidos por uma empresa sediada em Ipaba, Minas Gerais (MG). Os resultados explicitaram as necessidades de adequações capazes de permitir a comercialização daquele tipo de tijolo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Como pré-requisitos para avaliação da qualidade do tijolo de solo-cimento fabricado no município de Ipaba, MG, adotou-se o ensaio de resistência à compressão simples e determinou-se as dimensões, baseando na metodologia exposta pela NBR 8492/1984.

2.1 Amostragem

As amostras foram coletadas de acordo com a NBR 8491/1984. Segundo a norma técnica a produção de 25.000 tijolos ecológicos ou fração superior a 1.000 unidades constituem um lote do qual se deve retirar, ao acaso, uma amostra de treze tijolos para avaliação do comprimento, largura e altura, sendo observado nesse estudo.

O ensaio de resistência à compressão simples é fundamentado pela NBR 8492/1984. A norma técnica recomenda a preparação de dez corpos de prova, por meio do sistema de capeamento dos tijolos.

Outro cuidado importante para certificar a confiabilidade dos resultados, referiu-se a identificação dos tijolos, utilizando estratégia que proporcionou a fácil visualização, garantindo-se a reprodutibilidade dos resultados. Foi observado que as amostras coletadas apresentavam aspecto homogêneo e compacto, bem como não foram observadas fissuras ou outros defeitos que pudessem comprometer a resistência do corpo de prova ou mascarar os resultados do ensaio de compressão.

2.2 Ensaio relativo às dimensões dos tijolos ecológicos

Em consonância com a NBR 8491/1984 foram identificadas as dimensões dos tijolos em três posições diferentes, com 1 milímetro (mm) de precisão, verificando-se ainda, a tolerância máxima de fabricação de 3 mm para cada uma das três dimensões.

2.3 Ensaio de resistência à compressão simples dos tijolos ecológicos

Partindo da NBR 8492/1984, para o ensaio de resistência à compressão simples, o capeamento das faces de trabalho deve ser feito com pasta de cimento Portland de consistência plástica, com espessura mínima necessária para que se obtenham faces planas e paralelas.

De acordo com Barbosa et al. (2009), o sistema de capeamento recomendado pela norma técnica, caracteriza-se como sistema de capeamento colado. Este sistema compreende aqueles que utilizam materiais que formam uma camada regular que adere física ou quimicamente à superfície da base do corpo de prova. Nesta categoria destacam-se a utilização de capeamento com mistura de enxofre e capeamento com pasta ou argamassa de cimento.

Vale destacar que a NBR 8492/1984 permite a utilização de outros sistemas de capeamento, desde que tenham a mesma eficácia. Para se garantir uma distribuição uniforme de tensões quando as faces a serem comprimidas não estão planas, existem basicamente, três

sistemas de regularização: sistemas de capeamento colado, sistemas de capeamento não colado e sistemas de desgaste mecânico (BEZERRA, 2007 *apud* BARBOSA et al., 2009).

Com o capeamento procura-se que os corpos de prova apresentem topos paralelos, lisos e íntegros, objetivando reduzir as variações de ensaio devidas à falta de paralelismo entre os pratos da prensa, os desvios do eixo do corpo de prova em relação à direção da movimentação dos pratos, e o atrito entre os pratos e o topo do corpo de prova.

Para obtenção do paralelismo e regularização das faces de trabalho dos corpos de prova, quaisquer outros processos ou materiais poderão ser usados, desde que, para os fins do ensaio, surtam efeitos semelhantes ao da pasta (NBR 8492/1984). Aliado a estes princípios utilizou-se apenas duas chapas metálicas de faces planas para obter o paralelismo entre as faces de trabalho (Figura 1), dispensando assim o corte do tijolo e a utilização da pasta de cimento, o que pode ser verificado também nos ensaios realizados por Souza e Alves (2009).



Figura 1 – Regularização das faces de trabalho por meio das chapas metálicas
Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise das dimensões dos tijolos ecológicos

A NBR 8491/1984 estabelece que os tijolos possam ser fabricados observando-se as dimensões do tijolo tipo I (20 x 9,5 x 5 centímetros (cm)) ou do tipo II (23 x 11 x 5 cm), com tolerância máxima de 3 mm em cada aresta, visando garantir o padrão necessário para a estabilidade da construção (Tabela 1).

Tabela 1 – Tipos e dimensões nominais

Tipos e dimensões nominais (cm)			
Designação	Comprimento	Largura	Altura
Tipo I	20	9,5	5
Tipo II	23	11	5

Fonte: Adaptado da NBR 8491/1984

As medições realizadas nas amostras coletadas indicaram não conformidades em relação ao tijolo tipo I e tipo II de acordo com a NBR 8491/1984. Identificou-se que as dimensões médias eram 25,3 x 12,8 x 6,6 cm com tolerância de 10 mm (Tabela 2). Estes resultados explicitaram a urgência de aperfeiçoamento imediato do padrão de produção visando à obtenção de tijolos uniformes e com dimensões apropriadas.

Tabela 2 – Dimensões dos tijolos ecológicos (cm)

Dimensões dos Tijolos (cm)			
Amostra	Comprimento	Largura	Altura
1	25,2	12,8	6,6
2	25,5	13,0	6,7
3	25,5	12,9	6,4
4	25,3	13,0	6,5
5	25,2	12,9	6,6
6	25,2	12,7	6,8
7	25,2	12,8	6,9
8	25,2	12,7	6,3
9	25,2	12,7	6,6
10	25,4	12,9	6,5
Média	25,3	12,8	6,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

Pisani (2005) apresenta os vários tipos de tijolos de solo-cimento comercializados no mercado brasileiro, dentre estes se encontram os tijolos com dois furos e encaixes, com dimensões distintas das especificadas na NBR 8491/1984. Ainda em Pisani (2005) são apresentados tijolo tipo I (20 x 10 x 5 cm), tipo II (25 x 12,5 x 6,25 cm) e tipo III (30 x 15 x 7,5 cm), denotando as falhas existentes nos processos de produção das diversas empresas (Tabela 3).

Tabela 3 – Dimensões: Tijolo com dois furos e encaixe

Tijolos com dois furos e encaixes			
Designação	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)
I	20	10	5
II	25	12,5	6,25
III	30	15	7,5

Fonte: Adaptado de PISANI (2005)

Considerando a tolerância de ± 3 mm exigida pela NBR 8491/1984, entende-se que o tijolo fabricado no município de Ipaba compreendia e atendia a especificação do tijolo tipo II (Tabela 3) com dois furos e encaixe segundo Pisani (2005).

Contudo recomendou-se à empresa em estudo a sistematização do processo de controle de qualidade em relação aos aspectos dimensionais do seu produto em atendimento a NBR

8491/1984. Vale destacar que o ajuste preciso da prensa deverá permitir o alcance da meta proposta, sem qualquer custo adicional.

3.2 Ensaio de resistência à compressão simples

O ensaio à compressão simples baseou-se na NBR 8492/1984 com utilização de chapas metálicas como sistema de capeamento não colado, incorporando-se também material de amortecimento para as bases do corpo de prova. As dimensões das faces de trabalho foram determinadas com uma precisão de 1 mm, sendo o corpo de prova colocado sobre o prato inferior da máquina de ensaio à compressão, entre as chapas metálicas, de maneira a ficar centrado em relação a ele (Figura 2).

As cargas de ruptura foram aplicadas por meio da máquina devidamente calibrada específica para a realização de ensaio de compressão da marca Dinateste (carga máxima de 20 toneladas), no Laboratório de Ensaio Mecânicos do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (UNILESTE-MG). A aplicação da carga foi uniforme e elevada gradativamente até que ocorresse a primeira trinca visível na superfície do corpo de prova.



Figura 2 – Ensaio à compressão simples
Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

Os valores individuais de resistência à compressão, expressos em MPa, foram obtidos dividindo-se a carga máxima (em quilograma-força), observada durante o ensaio, pela média das áreas das duas faces de trabalho considerando apenas a seção transversal útil que correspondia a área da seção transversal total, descontada a área máxima dos furos.

A análise dos resultados obtidos identificou uma tendência ao não atendimento das exigências da NBR 8491/1984. Segundo a norma, a resistência à compressão para tijolos maciços de solo-cimento não deve ser inferior a 2,0 MPa para valores médios e 1,7 MPa para valores individuais. Os resultados encontrados foram de aproximadamente 0,8 MPa para a

resistência média dos tijolos mostrando-se totalmente inadequado às exigências estruturais (Gráfico 1).

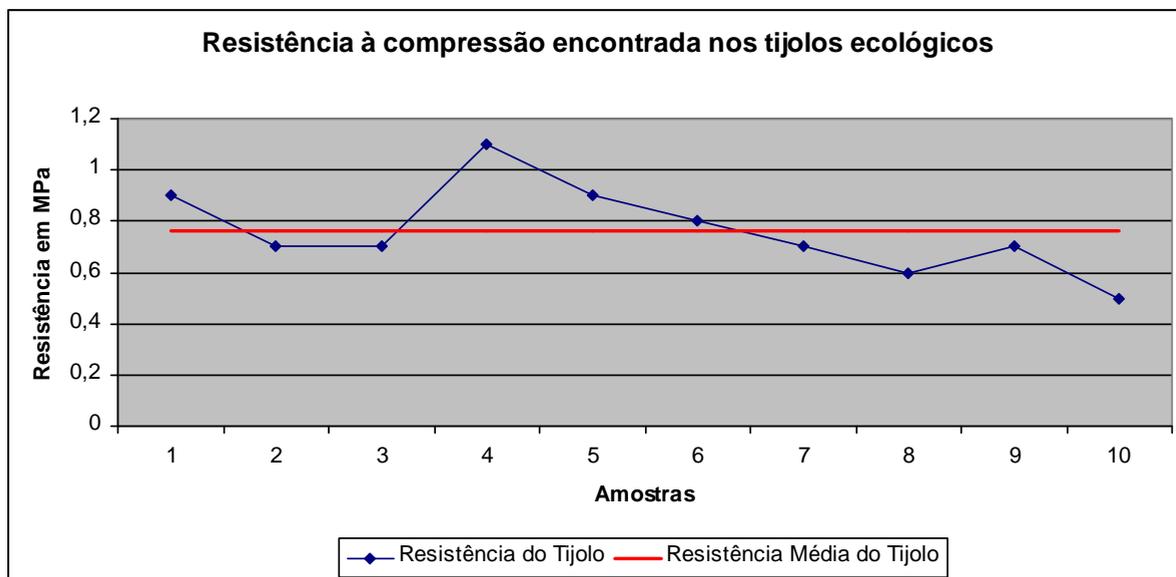


Gráfico 1 – Resistência à compressão dos tijolos ecológicos produzidos em Ipaba, MG
Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

Outro aspecto importante observado foi que nenhum dos elementos da amostra obteve resistência satisfatória, uma vez que o valor máximo obtido foi de 1,1 MPa e a exigência é de 1,7 MPa para valores individuais (Gráfico 2), denotando a necessidade de alterações imediatas na composição do tijolo produzido em Ipaba, MG.

Verificou-se que as não conformidades detectadas inviabilizavam a comercialização dos tijolos pela empresa. A precariedade da resistência à compressão implicava em comprometimento da segurança estrutural da obra. Sendo assim, informou-se ao fabricante que os tijolos só poderiam ser disponibilizados para a comunidade após a aplicação de medidas corretivas, visando evitar situações de grave e iminente risco para a população.

A qualidade das matérias-primas empregadas bem como as quantidades são fundamentais para alcançar os requisitos técnicos exigidos, principalmente a resistência mecânica. Os solos mais apropriados para serem utilizados nas misturas de solo-cimento são aqueles de constituição, predominantemente, arenosa (ABCP, 1985; ABCP, 1989).

Pissato e Soares (2006) adicionaram finos de pedra ao solo superficial com o intuito de corrigir, granulometricamente a mistura e melhorar as características do solo argiloso e, assim preparar o solo-cimento de forma, economicamente viável, utilizando menores quantidades de cimento para estabilização, como proposta da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (1985). Em consequência no ensaio de resistência à compressão simples obtiveram resultados superiores ao valor mínimo de 2,1 MPa admitido pela

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1984) para solo-cimento. Concluíram ainda que a quantidade acrescentada de finos de pedra levou a um aumento proporcional na resistência da mistura de solo-cimento, apontando que quanto maior for a quantidade de finos, menor será o teor de cimento necessário para a estabilização, demonstrando que a utilização dos finos de pedra na adição ao solo-cimento é uma alternativa viável e pode permitir a sua aplicação em locais com solos predominantemente argilosos.

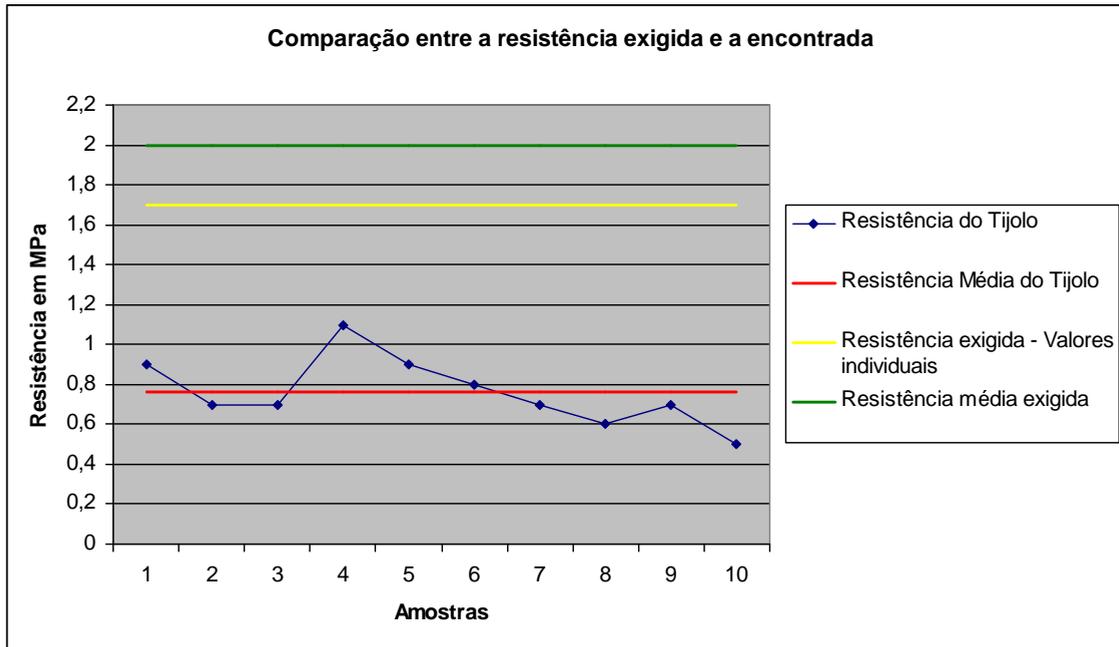


Gráfico 2 – Comparação entre a resistência exigida e a encontrada
 Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

De acordo com Cristelo (2001), a estabilização de solos com cal produz melhorias significativas na textura e estrutura do solo, reduzindo a plasticidade e originando aumentos na resistência mecânica. Por outro lado, o aumento de resistência desenvolvido na mistura solo-cal está diretamente associado à redução substancial do seu potencial de deformação. A adição de cal ao solo provoca floculação de suas partículas e, conseqüentemente, alterações nas suas propriedades geotécnicas, as quais, de acordo com Valenciano (1999) citado por Souza e Alves (2009), são as seguintes: aumento do limite de plasticidade e diminuição do limite de liquidez e do índice de plasticidade; achatamento das curvas de compactação, com aumento do teor de umidade ótimo e diminuição do peso específico aparente, além de aumento da resistência, durabilidade e estabilidade volumétrica.

Ainda Cristelo (2001) recomenda a adição de um mínimo de 5% de cal, para solos arenosos, observando-se o aumento na resistência da mistura de solo-cimento com a adição de cal variando de 5 a 10%.

O teor ótimo de cimento a ser adicionado ao solo depende dos critérios técnicos (resistência, durabilidade) que se pretende alcançar, sendo que as propriedades físico-mecânicas (resistência à compressão, absorção de água e durabilidade) do sistema solo-cimento compactado, está intimamente relacionada às condições de cura (umidade e temperatura) e compactação (PICCHI et al., 1990).

Pode-se inferir em função dos resultados encontrados que há necessidade de ensaios para definir-se a composição mais adequada da mistura utilizada para a produção dos tijolos de solo-cimento em Ipaba, MG.

A ABCP recomenda um máximo de 10% de cimento na composição volumétrica daquele tipo de tijolo e um mínimo de 3,5%, enquanto que para a cal recomenda um mínimo de 5%. Verificou-se *in loco* que o fabricante trabalhava com 12,5% de cimento e 12,5% de cal.

Sugeriu-se a adequação imediata quanto ao teor de cimento. Além disso, constatou-se que o solo utilizado é do tipo argiloso o que favorece segundo Pissato e Soares (2006) a elevação de finos de pedreira para otimizar a resistência à compressão.

Outro fator relevante para a baixa resistência mecânica apresentada pelos tijolos, seria o fato da prensa hidráulica utilizada pelo fabricante, ter empregado uma força de prensagem de apenas 35% de sua capacidade, equivalente a 7 (sete) toneladas, sendo que a sua capacidade nominal correspondia a 20 (vinte) toneladas. Este fato implicava em ineficiência na compactação da mistura, que dependia não só das reações de aglomeração desempenhadas pelo cimento e cal, mas também da força aplicada na moldagem dos tijolos, correspondente a compactação mecânica, logo, é necessário que haja um programa de manutenção que possibilite o retorno da prensa as suas condições originais.

Além disso, destacou-se a importância da implementação de ensaios visando definir a composição que melhor irá atender aos parâmetros técnicos e para fins de controle de qualidade atendendo a periodicidade estabelecida em legislação. Incluindo-se neste caso, o ensaio de absorção de água, fundamental para se garantir a estabilidade da obra.

Entende-se a relevância da empresa para a região, já que além da economia ambiental promove a reinserção de inúmeros detentos no convívio social e ambiente laboral, contribuindo para o bem estar público na região do Colar Metropolitano do Vale do Aço (CMVA), MG.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos ensaios preliminares indicaram que os tijolos ecológicos não atendiam aos requisitos de qualidade descritos na NBR 8491/1984.

As dimensões dos tijolos não correspondiam àquelas estabelecidos em norma técnica. No entanto, em função da falta de padrão de operação encontrado na realidade nacional, foram equivalentes às dimensões praticadas por outras empresas do mesmo segmento econômico.

O tijolo solo-cimento também apresentou resistência à compressão inferior ao estabelecido em norma técnica. Neste contexto, sugeriu-se avaliação quanto à sua composição. Segundo diversos pesquisadores, pode-se, equacionar os teores de solo, cimento, finos de pedreira e cal.

Observa-se no traço utilizado que não houve uma redução no teor de cimento, uma vez que a ABCP recomenda a adição de no máximo 10% de cimento nas misturas de solo-cimento, e foi empregado aproximadamente 12,5%. Este fato eleva o custo da mistura e de acordo com Pissato e Soares (2006) é desnecessário, uma vez que a adição de pó de pedra leva a uma redução no teor de cimento utilizado, não havendo prejuízo para a resistência do tijolo.

Assim recomenda-se a elevação do teor de pó de pedra, no caso de solos argilosos, uma vez que este material caracteriza-se como fator preponderante na elevação da resistência mecânica dos tijolos. Além disto, a fim de otimizar o custo de produção, entende-se que se deve diminuir o teor de cimento e de cal empregado na mistura, não desprezando os limites mínimos recomendados que são de 3,5% e 5%, respectivamente.

A demanda por produtos sustentáveis cresce constantemente, seja por pressão da sociedade, que cada vez mais se torna mais consciente, seja por exigências da legislação ou pela necessidade de inovações que possam solucionar os problemas relacionados à escassez de recursos. A utilização de tijolos ecológicos reforça este conceito, no entanto, há a necessidade de controles de qualidade que possam garantir a confiabilidade destes produtos, assim devem ser observadas medidas rigorosas na especificação, normalização e utilização daqueles materiais, oportunizando as mais diversas utilizações na construção civil com a segurança necessária para a população.

REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, L. Q. C.; BISCARO, G. A.; LIMA NEGRO, S. R.; OLIVEIRA, A. C. de; CARVALHO, L. A. de; LEAL, S. T. Resistência à Compressão de Tijolos de Solo-Cimento

Fabricados com o Montículo do Cupim Cornitermes cumulans. **Ciências Agrícolas**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 553-560, mar./abr., 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Dosagem das Misturas de Solo-Cimento**: Normas de Dosagem e Métodos de Ensaio. Publicações ABCP, São Paulo, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento com a Utilização de Prensas Manuais**. Publicações ABCP, São Paulo, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Fabricação de Tijolos de Solo-Cimento com a Utilização de Prensas Manuais**: Prática Recomendada. Publicações ABCP, São Paulo, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10832**: Fabricação de Tijolo Maciço de Solo-Cimento com a Utilização de Prensa Manual. Rio de Janeiro, 1989. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10833**: Fabricação de Tijolo Maciço e Bloco Vazado de Solo-Cimento com Utilização de Prensa Hidráulica. Rio de Janeiro, 1989. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10834**: Bloco Vazado de Solo-Cimento sem Função Estrutural. Rio de Janeiro, 1994. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10835**: Bloco Vazado de Solo-Cimento sem Função Estrutural – Forma e Dimensões. Rio de Janeiro, 1994. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10836**: Bloco Vazado de Solo-Cimento sem Função Estrutural – Determinação da Resistência à Compressão e da Absorção de Água. Rio de Janeiro, 1994. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8491**: Tijolo Maciço de Solo-Cimento - Especificação. Rio de Janeiro, 1984. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8492**: Tijolo Maciço de Solo-Cimento – Determinação da Resistência à Compressão e da Absorção D'Água. Rio de Janeiro, 1984. 5p.

BARBOSA, F. R.; MOTA, J. M. F.; SILVA, A. J. C.; OLIVEIRA, R. A. Análise da Influência do Capeamento de Corpos de Prova Cilíndricos na Resistência à Compressão do Concreto, IBRACON, 51º Congresso Brasileiro do Concreto, **Anais...** Curitiba, 2009.

CRISTELO, N. C. **Estabilização de solos residuais graníticos por meio da adição de cal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Minho, Portugal, 2001.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE. **Cartilha para Produção de Tijolo Solo-Cimento**. Rio Branco, 1999.

GRANDE, F. G. **Fabricação de Tijolos Modulares de Solo-Cimento por Prensagem Manual com e sem Adição de Sílica Ativa**. 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) –

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-07072003-160408/> >. Acesso em: 3 set. 2009.

GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; PEDROSO, L. P. Estimating water consumption in nursery and elementary schools. **Plumbing Systems and Design**, Estados Unidos, v. 5, n. 2, 2006.

HABITAR. **Tijolos de solo-cimento.** Disponível em: <<http://www.arq.ufmg.br/habitar/sis4.html>>. Acesso em: 22 set. 2009.

PICCHI, F. A.; CINCOTTO, M.A.; BARROS, J.M.C. Tijolos de solo-cal. Revista A Construção, **Tecnologia de edificações IPT / Ded90**São Paulo, p. 8-93, 1990.

PISANI, M. A. J. P. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: O Tijolo de Solo-Cimento.** São Paulo, 2005. Disponível em: < http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%201/1_artigo_tijolos_solo_cimento.pdf >. Acesso em: 29 ago. 2009.

PISSATO, E.; SOARES, L. Utilização de finos de pedra em misturas de solo-cimento: correção granulométrica de um solo argiloso. **Exacta**, São Paulo, v.4, n.1, p. 143-148. jan/jun. 2006.

SOUZA, J. M. F.; ALVES, J. D. **Construção com Tijolos Crus de Solo-Cimento estabilizado.** Relatório de Iniciação Científica (Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás. Goiânia, 2008. Disponível em: < http://www.engenhariaagricola.ueg.br/arquivos_download/Prof.Dafico/Construcao%20com%20tijolos.pdf >. Acesso em: 1 out. 2009.