2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL[1] - UM ESTUDO DE CASO

EUPHROSINO, Camila A. (1); FONTANINI, Patricia S.P. (2)

(1) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), ceuphrosino@gmail.com
(2) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pspucha@gmail.com

RESUMO

Técnicas de construção sustentáveis estão cada vez mais valorizadas devido a uma demanda crescente de atendimento a normas, certificações e programas, que contribuem para menores impactos no meio ambiente. Assim, esse trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo sobre manifestações patológicas observadas na fabricação de tijolos solo-cimento, conhecido como tijolo ecológico, produzidos pelos próprios beneficiados com a finalidade de construção de habitações de interesse social na cidade de Limeira-SP. As principais manifestações patológicas encontradas foram: segregação, fissuras, eflorescência e proliferação de fungos. A segregação se mostrou a mais severa por levar a um enorme desperdício de material devido ao descarte do tijolo. E a etapa do processo que mais contribui para o aparecimento dos defeitos é o armazenamento.

Palavras-chave: *Tijolo solo-cimento, sustentabilidade, habitação de interesse social.*

ABSTRACT

Sustainable construction techniques are increasingly valued due to a high demand for compliance with standards, certifications and programs, which contribute to lesser impacts on the environment. Thus, this paper aims to study the pathological manifestations observed in the manufacture of soil-cement bricks, known as ecological bricks, produced by the benefited themselves for the purpose of building social housing in the city of Limeira-SP. The main pathological manifestations found were: segregation, fissures, efflorescence and proliferation of fungi. Segregation proved to be the most severe because it led to a huge waste of material due to the disposal of the brick. And the stage of the process that most contributes to the appearance of defects is storage.

Keywords*: Soil-cement brick, sustainability, social interest housing.*

1 INTRODUÇÃO

O respectivo estudo de caso se desenvolveu na cidade de Limeira, no interior do estado de São Paulo, onde o a SEHAB (Secretaria de habitação) da Prefeitura Municipal da cidade possui um programa contemplado pela Lei Federal 11.888

[1] EUPHROSINO, Camila A.; FONTANINI, Patricia S. P. Manifestações patológicas na produção de tijolos solo-cimento para Habitação de Interesse Social – Um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

(2008), o qual "assegura às famílias de baixa renda assistência técnica publica e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social" (BRASIL, 2008, art1.). O programa de Limeira inclui a fabricação de tijolos solo-cimento pelas próprias famílias carentes que participam do projeto e são beneficiadas com esse material para autoconstrução de suas próprias residências (EUPHROSINO *et al*, 2019).

O déficit habitacional do Brasil já contava com 7,78 milhões de unidades no ano de 2017, com um aumento de 7% entre os anos de 2007 a 2017 (GRAVAS, 2019). Além disso, o estado de São Paulo é o que mais possui participação nesses números com um total de 1,8 milhão de moradias em falta, ou seja, 23% do déficit habitacional do país (SILVA, 2019). O que mais contribui para esses valores altos é a falta de adequação das unidades habitacionais, com muitas pessoas vivendo em condições precárias de favelas e cortiços, dividindo a mesma casa (GRAVAS, 2019).

Apesar de diversos programas como Minha Casa Minha Vida, Casa Paulista, CDHU (Companhia Paulista de Desenvolvimento Habitacional) e diversas parcerias público privadas já terem sido implantadas, a carência de moradias adequadas em todo o país ainda é exacerbada. Assim, muitos projetos ainda precisam ser estudados e implementados para que toda a população brasileira possa ter o seu direito a moradia digna garantida na prática.

Outro ponto a ser levado em consideração é a sustentabilidade proporcionada pelo tijolo solo-cimento, o qual também é conhecido como tijolo ecológico, por não possuir queima e, consequentemente, a não liberação de gás carbônico durante seu processo de fabricação. Desse modo, a utilização do tijolo solo-cimento para habitações de interesse social está dentro dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (Organizações das Nações Unidas), contemplados na Agenda 2030 (ONU, 2015).

Para colaborar com o aprimoramento do programa de assistência técnica da SEHAB, além de divulgar mais conhecimento em torno desse assunto, esse trabalho tem como objetivo o estudo das manifestações patológicas observadas na fabricação dos tijolos solo-cimento, juntamente com a investigação de suas causas. Para a realização dessa pesquisa foram realizadas visitas técnicas na olaria da Prefeitura Municipal de Limeira para observação do estoque de tijolos produzidos, bem como do processo de fabricação em si.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso da mistura de solo com estabilizantes já era utilizado há pelo menos dez mil anos atrás como material de construção (BAUER, 1995). No Brasil, em 1978, o BNH (Banco Nacional de Habitação) aprovou o uso do solo-cimento como uma técnica de construção de habitações populares, já que centros como IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e CEPED (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento) mostraram o bom desempenho do material (FIQUEROLA, 2004). No início da sua utilização eram feitas paredes monolíticas de solo-cimento, as quais, após um tempo, deram lugar às alvenarias construídas com blocos de solo-cimento.

O tijolo solo-cimento, conhecido como tijolo ecológico, são confeccionados apenas com a prensagem da mistura de saibro, cimento e água. Dessa maneira, possuem a vantagem de não passar por processos de queima em sua fabricação, de modo a não consumir quantidades elevadas de madeira ou de óleo combustível, como os tijolos convencionais cerâmicos de alvenaria (MOTA et al,

2010). Além disso, mesmo levando em consideração a energia consumida na produção do cimento, o qual é utilizado em pequena quantidade na fabricação dos blocos de solo-cimento, a energia consumida por tijolos convencionais ainda é maior (SOUZA; SOUZA; BUENO, 2013).

Ademais, os tijolos solo-cimento possuem diversos outros pontos positivos, como as vantagens construtivas de blocos auto encaixáveis, furos que auxiliam na passagem da rede hidráulica e elétrica sem a necessidade de quebra da parede e sistema estrutural de grautes que distribui a carga de maneira uniforme na alvenaria. Além de um maior isolamento acústico e térmico gerado pela camada de ar que se forma nas colunas dos furos, a resistência à compressão pode ser maior do que de tijolos convencionais (MOTTA et al, 2014).

Com a adoção dessa técnica construtiva, várias economias podem ser citadas em relação à construção convencional, como, por exemplo, redução de uso de madeira para formas, 50% a menos de uso de ferro, 70% a menos de utilização de concreto e argamassa de assentamento, menor peso sobre a fundação, menos gasto com acabamentos, e etc. (SEBRAE, 2020).

Para garantir a qualidade do tijolo solo-cimento, no Brasil, têm-se as normas NBR 8492:2012 (ABNT, 2012a) e NBR 8491: 2012 (ABNT, 2012b), as quais descrevem requisitos e métodos de ensaios (análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água). Para execução do processo de fabricação de tijolos e blocos solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica, a norma NBR 10833: 2013 (ABNT, 2013) explica os procedimentos. Assim, certificações podem ser geradas a partir de laboratórios para assegurar a qualidade do produto.

A utilização do tijolo ecológico para construção de moradias habitacionais não é exclusivo de Limeira. Diversos outros municípios já adquiriram essa técnica, como, por exemplo, Embu das Artes-SP que por meio do regime de mutirão construiu várias unidades habitacionais em meio a dificuldades financeiras (NAGATO, 2012). Outro projeto habitacional que envolveu essa técnica foi o de Cajuru, na cidade de Sacramento-MG, o qual contou com apoio da população através de regime de mutirão e cogestão entre prefeitura e moradores (SACRAMENTO, 2000). Além das fronteiras do Brasil, temos o exemplo de Angola, um país muito carente de recursos financeiros na costa ocidental da África, onde foi adotada a solução de alvenaria com bloco de solo-cimento para construção de moradias unifamiliares (MARTINS, 2011).

Além disso, tem sido vistas muitas oportunidades de estudos satisfatórios de combinações de resíduos atrelados as matéria primas do bloco de solo-cimento na sua fabricação, como por exemplo, resíduos de lodo de estação de tratamento de água (RODRIGUES; HOLANDA, 2015), resíduos industriais (SIQUEIRA, 2016), casca de ovo (AMARAL; SMITCH, 2013), cerâmica (SILVA et al, 2014), resíduos de construção e demolição (CONTRERAS, 2016), entre outros.

As manifestações patológicas são demonstrações de degradação em uma estrutura, ou seja, são os sintomas de uma doença. Essa doença pode ser relacionada à patologia em si, como um conjunto de causas de determinada manifestação patológica (SILVA, 2011). Assim para a disseminação de uma boa técnica construtiva é de extrema necessidade o conhecimento dos seus obstáculos e dificuldades, de modo que as informações sobre suas patologias e manifestações patológicas contribuem para a prevenção desses defeitos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O respectivo estudo de caso constituiu três fases. Na primeira foi realizada a compreensão do processo de fabricação do tijolo solo-cimento. A segunda consistiu na observação e registros fotográficos das manifestações patológicas. Na última fase foi feito o estudo das causas desses defeitos encontrados.

A pesquisa foi realizada por meio de visitas técnicas na olaria ecológica da Prefeitura de Limeira, entrevista com o engenheiro responsável pela olaria e observações do estoque e da produção de tijolo solo-cimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados em três tópicos. O primeiro consiste na apresentação e compreensão do processo de fabricação dos tijolos solo-cimento na olaria ecológica de Limeira. O segundo relata as manifestações patológicas encontradas nos tijolos estocados na fábrica. O terceiro e último é um resumo da investigação sobre as causas dessas manifestações patológicas.

4.1 O processo de fabricação dos tijolos solo-cimento

O tijolo solo-cimento é produzido por seus próprios beneficiários na olaria ecológica de Limeira, de modo que dois indivíduos da família vão até a fábrica uma vez por semana durante quatro horas e produzem em torno de 400 tijolos nesse período. Para a produção de uma casa de dois dormitórios é necessário a confecção de aproximadamente 7000 tijolos.

A produção conta com 5 passos, conforme a Figura 01. O primeiro passo é peneirar o saibro, e para isso é utilizada a peneira elétrica. Em seguida, é realizada a mistura do saibro, cimento e água na betoneira. O traço volumétrico usado atualmente pela equipe técnica é 1:6 (cimento: saibro). A terceira fase consiste em realizar o teste empírico do ponto da mistura, que consiste em pegar um pouco da massa na mão e aperta-la entre os dedos e a palma da mão, quando abri-la devem aparecer as marcas dos dedos na massa. Quando a mistura estiver pronta, a massa é levada para prensagem em uma máquina hidráulica semiautomática. Em seguida ocorre o processo de cura, durante três dias, em lugar coberto, até que os tijolos possam ser estocados em espaço aberto antes de serem transportados para as obras.

Figura 01 – Etapas da produção do tijolo solo-cimento na olaria de Limeira-SP



a)Peneiramento do saibro



b)Mistura dos materiais



c)Teste empírico



d)Prensagem semiautomática



e)Cura em local coberto



f)Armazenamento em lugar aberto

Fonte: autora

4.2 Manifestações patológicas

Através da observação do estoque de tijolos na olaria, foi possível destacar manifestações patológicas que iriam fazer com que os tijolos fossem descartados ou seriam gerados defeitos no produto final da construção residencial.

Foram encontradas quatro principais manifestações patológicas: segregação, fissuras, eflorescência e proliferação de fungos. Esses defeitos foram retratados na Figura 02.

A segregação consiste na quebra em pedaços do tijolo, o que resulta no descarte do produto antes de ir para a obra. Deve ser evitada ao máximo, pois implica em uma grande geração de resíduos. Já as fissuras não desagregam o tijolo, mas podem causar problemas estruturais nas construções.

A eflorescência são sais presentes no cimento e na cal que foram dissolvidos na presença de água. Essas manchas esbranquiçadas de eflorescência juntamente com as esverdeadas de proliferação de fungos colaboram para a deterioração dos tijolos ao longo do tempo, além de interferir na estética da obra já que a alvenaria de tijolo ecológico é usada sem revestimento.

Figura 02 – Manifestações patológicas dos tijolos fabricados na olaria ecológica de Limeira



a)Segregação



b)Fissuras



c)Eflorescência



d)Proliferação de fungos

Fonte: autora

4.3 Estudos das causas

Primeiramente foram investigadas as causas das fissuras e segregação. Esses defeitos podem ocorrer por diversos motivos, entre eles está o uso de matéria prima inadequada. Um saibro com pouco teor de argila pode atrapalhar na coesão da massa, formando fissuras e segregação no tijolo. Além disso, a mistura e prensagem sem fiscalização e com pouco treinamento levam a ações erradas nessa fase de produção, comprometendo a qualidade do produto. A cura de três dias como é realizada na fábrica atualmente não condiz com a norma que recomenda um total de sete dias. Isso, com certeza, contribui diretamente para uma baixa resistência do tijolo, já que o cimento não foi hidratado no tempo correto. Outro fator muito influente é o modo de armazenamento dos tijolos já fabricados. Pallets com muitos blocos são estocados um em cima do outro, o que junto com um problema de baixas resistências levam a segregação e fissuras devido a altas cargas de peso aplicadas.

A eflorescência é causada pelos sais dissolvidos na presença de água. Um dos fatores que contribuem para sua ocorrência é o uso de cimento com elevados teores de sais solúveis como o hidróxido de cálcio. Outro ponto considerado é a

estocagem dos tijolos expostos a intempéries sem nenhuma proteção. Esse fato faz com que a água da chuva infiltre nos tijolos, que são porosos, e reaja com os sais presentes na composição do cimento. Além de que esse modo de armazenamento é o que permite a proliferação de fungos nos blocos, pois a sobrevivência desses organismos está ligada diretamente à umidade do produto.

5 CONCLUSÕES

É possível concluir que apesar da fabricação do tijolo solo-cimento ser simples e fácil de executar, de maneira a ser uma técnica viável para uso em habitações de interesse social, é necessário tomar alguns cuidados para que os tijolos tenham uma qualidade adequada.

As principais manifestações patológicas encontradas foram: segregação, fissuras, eflorescência e proliferação de fungos. A segregação se mostrou a mais severa por levar a um enorme desperdício de material devido ao descarte do tijolo. E a etapa do processo que mais contribui para o aparecimento dos defeitos é o armazenamento.

Outros fatores que influenciam bastante na geração de manifestações patológicas é a falta de fiscalização dos processos e treinamento da mão de obra. Portanto, medidas de padronização da produção devem ser tomadas para que a produtividade aumente e os resíduos gerados diminuam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela ajuda financeira e a Secretaria de Habitação da Prefeitura Municipal de Limeira por permitir a realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR: 8491**: Tijolo de solo-cimento - Requisitos. Rio de Janeiro, 2012a.

_____. **NBR 8492**: Tijolo de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012b.

_____. **NBR 10833**: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012. Versão corrigida: 2013.

AMARAL, M. C.; SMITH, F. B. Netherlands JN-Soil cement bricks incorporated with eggshell waste. **Waste Manage Resource**, V.166, pp. 137-141, 2013.

BAUER, L. A Falcão. **Materiais de Construção**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995. Vol.1.

BRASIL. Lei 11.888, de 24 de Dezembro de 2008. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11888.htm>. Acesso em: 28 abril 2020.

CONTRERAS, M. *et al.* Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil – Case study). **Construction and Building Materials**, V.123, pp. 594-600, 2016.

EUPHROSINO, C. A. *et al*. Mapeamento do processo produtivo e construtivo de alvenaria de tijolo de solo-cimento para habitação de interesse social**. Revista Materia**, v.24, n.04, 2019.

FIQUEROLA, V. Alvenaria de Solo-cimento**. Téchne**, São Paulo, V.85, p. 30-36, abr. 2004.

GAVRAS, D. Déficit habitacional é recorde no país. **O Estado de S.Paulo**, São Paulo, 06 de jan. de 2019. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,deficit-habitacional-e-recorde-no-pais,70002669433>. Acesso em: 28 de abr. de 2020.

MARTINS, V. M. V. **Alvenaria em solo-cimento para moradias unifamiliares em Angola**. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade do Porto, Porto, 2011.

MOTA, J. D. et al. Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solo-cimento. In: SEMINÁRIO DA REGIÃO NORDESTE SOBRE RESÍDUOS SÓLIDO, 2., 2010, João Pessoa. **Anais**... João Pessoa: UEPB, 2010. p.1-5.

MOTTA, J. C. S. S. et al. Tijolo de solo cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **E-xacta**, Belo horizonte, v.7, n. 1, p. 13-26, 2014.

NAGATO L. F. **A prática da sustentabilidade nas políticas públicas de habitação:** a experiência de Embu das Artes. 2012. 260 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ONU. **Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil. Rio de Janeiro, 2015. 49 p.

RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Recycling of Water Treatment Plant Waste for Production of Soil-Cement Bricks. **Procedia Materials Science**, V.8, pp. 197-202, 2015.

SACRAMENTO. **Projeto habitacional Cajuru.** 79f. Sacramento, 2000.

SEBRAE. **Como montar uma fabrica de tijolos ecológicos**. 36p. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-tijolos-ecologicos,ce387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 28 de abr. de 2020.

SILVA, E. São Paulo tem déficit de 474 mil moradias, diz estudo. **Folha de S. Paulo**, 07 de set. De 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/09/sao-paulo-tem-deficit-de-474-mil-moradias-diz-estudo.shtml>. Acesso em: 28 de abr. de 2020.

SILVA, F.B. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Téchne**, São Paulo, V.174, n.19, set. 2011.

SILVA, V.M.; GOES, L. C.; DUARTE, J. B.; SILVA, J. B.; ACCHAR, W. Incorporation of ceramic waste into binary and ternary soil-cement formulation for the production of solid bricks. **Materials Research**, V.17, n.2, pp. 326-331, Mar/Abr 2014.

SIQUEIRA, F. B. *et al.* Influence of industrial solid waste addition on properties of soil-cement bricks. **Cerâmica**, V.62, pp. 237-241, 2016.

SOUZA, I. U. L.; SOUZA, G. F. G.; BUENO, O. F. Alvenaria sustentável com a utilização de tijolos ecológicos. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, 5., 2., 2013, Inconfidentes-MG. **Anais**...Inconfidentes: IFSULDEMINAS, 2013.