

USO DO TIJOLO ECOLÓGICO: Aspectos e aplicações desta técnica construtiva nos dias atuais

Naaman Ferreira Portela¹
Diego Roger Borba Amaral²

Resumo: O presente trabalho teve em vista, a apresentação da alvenaria de tijolo solo-cimento como alternativa de construção sustentável. Foi verificado através de questionários aplicados a moradores da cidade de João Pinheiro- MG, as vantagens e desvantagens de se morar nesse tipo de residência. O apelo ecológico desse material é um dos motivos para seu uso nas construções, mas para os construtores, uma série de fatores devem ser somadas a esse quesito para se optar pelo uso do material: a viabilidade econômica é uma delas. Para se alcançar essa resposta foram elaboradas planilhas orçamentárias para se saber ao certo qual alvenaria é mais viável economicamente. Após término da pesquisa, foi possível confirmar que o uso do tijolo-solo cimento é uma técnica viável a construção; o que impede de crescer é a barreira cultural dos profissionais da área, que desconhecem as inúmeras vantagens desse material e dificulta a comercialização em grande escala do produto.

Palavras-chave: Tijolo ecológico. Tijolo solo-cimento. Alvenaria.

Abstract: The present work aimed at presenting the masonry of brick soil-cement as an alternative of sustainable construction. It was verified through questionnaires applied to residents of the city of João Pinheiro MG, the advantages and disadvantages of living in this type of residence. The ecological footprint of this material is one of the reasons for its use in construction, but for the builders, a series of factors must be added to this question to choose to use the material, economic viability is one of them. In order to reach this answer, budget sheets have been prepared to know for sure which masonry is most economically viable. After completion of the research, can confirm that the use of brick-soil cement is a viable construction technique, what prevents it from growing is the cultural barrier of construction professionals, who are unaware of the innumerable advantages of this material which prevents large-scale commercialization product scale.

Keywords: Ecological brick. Brick-cement. Masonry.

1 INTRODUÇÃO

¹ Engenheira Civil pela Faculdade FINOM de Patos de Minas. E-mail: naamanportela@gmail.com.

² Engenheiro Civil pela Universidade de Uberaba. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. Professor e Coordenador do Curso de Engenharia Civil da Faculdade FINOM de Patos de Minas. Possui experiência na área de execução de obras residenciais, de infraestrutura e obras públicas. E-mail: diegoamaral.eng@hotmail.com

Recebido em 15/03/2019

Aprovado em 12/04/2019

A história da construção civil teve início com a necessidade do abrigo para os seres humanos. Desde essa época houve a criação e transformação de técnicas construtivas visando a melhoria de suas casas. Neste momento vários materiais foram descobertos e criados para utilização nas edificações.

Para que as cidades pudessem crescer aprimorou-se as técnicas construtivas, já que antes eram descobertas e já utilizadas de forma bruta, sem nenhum estudo para melhoria do produto, resistência, entre outros.

As cidades vieram a crescer e assim trazer impactos ao meio ambiente, havendo assim a necessidade de se construir com eficiência e sustentabilidade. No Relatório Brundtland (1988, p. 1), o desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que "atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras". Com isso tem-se a importância de incorporar técnicas construtivas que não agridam tanto o meio ambiente, já que a construção civil é um dos setores que mais consomem recursos naturais.

Diante dessa temática é apresentado o tijolo solo-cimento como alternativa de construção sustentável, já que é um material ecologicamente correto. Essa técnica construtiva é antiga, mas foi aprimorada com o passar dos anos, ganhando assim mais utilidade.

O presente estudo traz ao conhecimento das pessoas a técnica do tijolo solo-cimento, mostrando que se bem executada e planejada, ela pode trazer benefícios para a obra, como menor tempo de execução, não uso de formas para pilares já que tudo fica embutido, custo de obra inferior do que de uma alvenaria convencional além de não afetar tanto o meio ambiente, já que no processo de fabricação do tijolo solo cimento não é necessária a queima, não liberando assim o CO₂ gás carbônico, que é prejudicial ao meio ambiente.

Segundo o Conselho Internacional da Construção – CIB (s.d) a indústria da construção civil é o setor que mais consome recursos naturais e utiliza a energia de forma mais intensa, gerando assim grandes impactos no meio ambiente. É estimado que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas sejam oriundos da construção civil. Tais aspectos ambientais, somados a qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente.

Com o intuito de buscar soluções para diminuir os impactos ambientais causados pela construção civil e colocar no mercado técnicas construtivas com um custo menor é apresentado o tijolo solo-cimento, popularmente conhecido como tijolo ecológico uma mistura de solo, cimento e uma pequena quantidade de água.

Portanto é importante haver um estudo para saber a realidade da construção de tijolo solo-cimento, analisar suas vantagens e verificar o custo para se construir com esse material talvez o incorporando em construções populares quem exija um custo de obra menor.

O objetivo geral deste trabalho foi disseminar o uso do tijolo solo-cimento para contribuição do crescimento habitacional sustentável.

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- Coletar informações sobre o tijolo solo-cimento;
- Analisar as vantagens e as desvantagens desse tipo de construção;
- Realizar um comparativo de custo de uma alvenaria tradicional com uma alvenaria de bloco modular, verificando o custo/benefício.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse tópico será abordada revisão bibliográfica sobre os assuntos pertinentes ao estudo desta pesquisa, tais como a sustentabilidade na construção civil e o emprego do bloco de solo cimento em obras.

2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Uma das primeiras definições para desenvolvimento sustentável foi dada pela CMMAD (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento) em 1988 como “Desenvolvimento Sustentável aquele que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”.

Segundo John (2000), a construção civil é um dos setores da economia que mais gera impactos ambientais, sendo responsável pelo alto consumo de recursos energéticos e naturais.

De acordo com Lyle (1993), atualmente a produção de bens de consumo acontece em ciclos abertos, ou seja, a matéria-prima é retirada da natureza e não tem a sua reposição efetuada, assim gerando resíduos que vão sendo lançados no ar, na água ou na terra. A produção não para, o que gera mais resíduos que são novamente descartados. O ciclo aberto de energia e materiais causa um esgotamento acentuado dos recursos naturais do planeta, tornando a vida na Terra a médio e longo prazo quase insustentável.

Galbiati (2005) afirma que, na gestão dos resíduos sólidos a sustentabilidade social e ambiental é construída por meio de sistemas e modelos que contribuem na redução dos resíduos

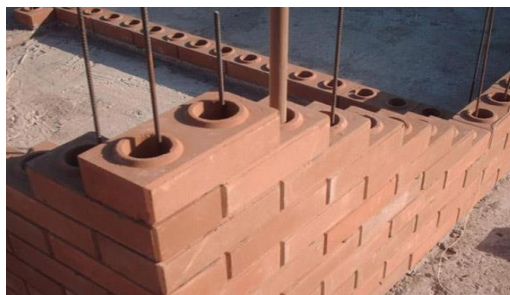
gerados, implantando programas que reutilizem esse material além da reciclagem fazendo desse resíduo matéria-prima em indústrias, assim diminuindo o desperdício e gerando renda.

2.2 TIJOLO SOLO-CIMENTO: BLOCO VAZADO

De acordo com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) o solo-cimento é resultado da mistura homogênea curada e compactada de solo, cimento e água em dosagens adequadas. O resultado dessa mistura forma um material com boa resistência à tração e à compressão, elevado índice de impermeabilidade, baixa retração volumétrica e uma grande durabilidade. Nessa mistura, o cimento entra com uma quantidade variando entre 5% a 10% do peso do solo, é colocado somente o necessário para a estabilização e para que a composto obtenha as propriedades de resistência desejadas.

A NBR 10834 (ABNT, 1984), caracteriza bloco vazado como um componente para alvenaria, composto por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo e cimento tipo Portland, água e eventualmente aditivos em proporções pré estabelecidas pela norma (Figura 1):

Figura 1: Execução de Alvenaria com tijolo solo-cimento.



Fonte: EcoHome (S.D).

Conforme Figueirola (2004) a alvenaria de terra comprimida apresenta algumas vantagens em relação a outros tipos de alvenarias. A alvenaria de solo-cimento dispensa revestimento (caso opte por blocos aparentes), não se utiliza argamassa de assentamento, pois os blocos são encaixados, além de não necessitar da queima de madeira, óleo ou combustível durante a sua produção, sendo assim uma atividade que poupa o meio ambiente, não liberando o gás carbônico CO₂ que é prejudicial.

Mercado (1990) afirma ainda que ao adicionar cimento ao solo, conserva-se o material quando submerso, a estabilidade volumétrica, evitando trincas nas paredes e maior durabilidade

quanto ao tijolo cerâmico.

Com todas as vantagens do uso dos blocos solo-cimento, ainda existe fatores que interferem a implantação do sistema construtivo de tijolo solo-cimento.

Outro quesito para o aumento do uso do solo-cimento, é a própria mudança de consciência dos profissionais da área de construção civil, que devem ser ousados a ponto de aproveitar as tecnologias existentes no mercado, totalmente sustentáveis, amigas do meio ambiente, e que proporcionam redução de gastos nas obras, como o tijolo ecológico, que diminui até o uso de revestimentos (SANTOS FILHO, 2013, p. 40).

538

É de responsabilidade do Engenheiro civil buscar materiais de construção e técnicas que não agridam o meio ambiente. O profissional para se destacar deve ser ousado e antenado a tudo que é lançado no mercado da Construção Civil, afim de ter mais conhecimento às novas necessidades que o setor se mostra nessa fase de desenvolvimento ecológico. O que impede que novas técnicas venham ser mais difundidas no meio da construção é a barreira cultural, o medo de arriscar barra o progresso das novas técnicas.

2.3 CARACTERÍSTICAS DO TIJOLO SOLO-CIMENTO

O tijolo ecológico é constituído de solo-cimento; suas dimensões são 25 cm de comprimento, 12,5 cm de largura e 7cm de altura (25x12,5x7). Podem ser encontrados na forma de maciços comum, maciços com encaixe, $\frac{1}{2}$ com encaixe, canaletas, sendo o mais usado para paredes o de dois furos no seu corpo com diâmetro de 88 cm e saliências, permitindo o encaixe perfeito entre os blocos, não sendo necessários o uso de argamassa de assentamento, e o meio tijolo com o furo e encaixe para acerto nas paredes sem a necessidade da quebra do tijolo (Figura 2):

Figura 2: Tipos de tijolos solo-cimento.



Fonte: Ecoogreen Tijolos Ecológicos (s.d.).

Segantini (2000) afirma que a granulometria do solo tem atuação no custo e qualidade do tijolo solo-cimento; ressalta também que é mais viável a produção do tijolo com solos com características mais arenosas. É importante o solo ser composto por agregados, como areia grossa e pedregulho por serem inertes com função somente de enchimento.

De acordo com Pecoriello (2003), o sistema construtivo desse tipo de alvenaria se baseia no intertravamento e encaixe dos blocos, sendo dado pelo conjunto de saliências na parte superior e na inferior, o que garante também um autoalinhamento.

Por serem encaixados o bloco modular de solo-cimento, segundo Santos Filho (2013), gera maior rapidez na execução da construção, pelo fato de se diminuir e até eliminar alguns materiais usados na construção de uma alvenaria de blocos cerâmicos.

O tijolo ecológico ou de solo cimento é feito de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial (SALA, 2006).

Firmino (2015) afirma que ao utilizar o tijolo solo-cimento, evita-se a exploração de jazidas de argila. As degradações dessas jazidas trazem grandes impactos ao meio ambiente. A técnica construtiva do tijolo ecológico é eficiente, reduzindo o desperdício de recursos, e por não necessitar de fornos ou outros meios de queima reduzindo a emissão de CO₂.

2.4 PROCESSO EXECUTIVO DA ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO

A fundação deve ser projetada de acordo com a capacidade do solo, etapa esta que deve

ser projetada de forma a adequar-se ao tipo de solo. A fundação não interfere na execução da alvenaria de tijolo solo-cimento.

Passo 1 - A primeira fiada de tijolos modular deve ser assentadas sobre uma camada de argamassa convencional composta por cimento, água e areia. Nessa etapa deve ser conferido o nível e prumo pois as outras fiadas irão segui-la. A Figura 3 exemplifica isso:

Figura 3: Primeira fiada sobre argamassa convencional.



Fonte: Rupestre Tijolos Ecológicos (2011).

Passo 3- A evolução da alvenaria se dá pelo encaixe dos blocos um sobre o outro em juntas descontraçadas. É indicado a conferência do prumo e do nível a cada 0,50 metros. No assentamento dos blocos pode se usar uma cola PVA ou similar, a alvenaria pode ser também executada somente encaixando os blocos. Tubulações e conduites acompanham o desenvolvimento da alvenaria já que ficam todos embutidos nos furos dos tijolos. Projetos hidráulicos e elétricos devem estar sempre sendo conferidos para se evitar erros. É possível ver a tubulação embutida na Figura 4.

Figura 4: Tubulação embutida.



Fonte: Biobloc Tijolos Ecológicos (S.D).

Passo 4- Colunas previamente calculadas em projeto são concretadas com o auxílio de um funil para evitar o desperdício e sujar as paredes a cada 0,50 metro é concretado para se evitar vazios nas colunas o que ocasiona uma menor resistência. É colocado também ferros em “U” verticalmente passando por dentro dos furos dos tijolos para garantir a amarração das paredes. Isso será feito até atingir a altura desejada de pé direito em cada encontro das mesmas. Essas amarrações podem ser observadas na Figura 5:

Figura 5: Amarração com ferragem em “U”.



Fonte: Biobloc Tijolos Ecológicos (s.d.).

Passo 5 – As vergas e contra-vergas das janelas e portas são feitas com o tijolo solo-cimento do tipo canaleta. Para se evitar fissuras é isolado os furos geralmente com copos descartáveis de duas camadas abaixo das vergas e contra-vergas e concretados as camadas acima do isolamento. São colocados vergalhões na horizontal dentro dos blocos canaletas e concretados. Esse procedimento é feito também para a execução da cinta (Figura 6):

Figura 6: Isolamento com copos descartáveis.



Fonte: Blog Construindo e Ampliando com Tijolos Solo-cimento (2013).

Passo 6 - Finalizando a alvenaria é feita a cobertura (Figura 7).

Figura 7: Casa Coberta.



Fonte: Tijolos Verdes, Construções Ecológicas (S.D).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo teve por metodologia, a coleta de informações a respeito do tijolo solo-cimento através de revisões bibliográficas para o conhecimento da técnica, abordando assim desde a produção do material, apresentando as vantagens e desvantagens do uso do tijolo solo-cimento, tanto para o meio ambiente como para a construção civil, usado em obras residenciais.

Foram aplicados na cidade de João Pinheiro – MG, questionários com moradores do Bairro Itaipú que residem em moradias executadas com o tijolo solo-cimento. Foram 12 pessoas entrevistadas. Essas casas foram uma ação realizada por um antigo projeto social “Educando para a Vida” em parceria com a Prefeitura Municipal de João Pinheiro 15 anos atrás, beneficiando várias famílias carentes da cidade.

O questionário aplicado aos moradores é apresentado ao final do trabalho, no Apêndice 1.

Figura 8: Residências Tijolo Solo-Cimento João Pinheiro-MG,



Fonte: Autores (2017),

Ao final são apresentadas as conclusões acerca das respostas dos moradores e também um projeto de residência popular (anexo 2), fazendo um comparativo de custo utilizando alvenaria tradicional e de tijolo solo-cimento.

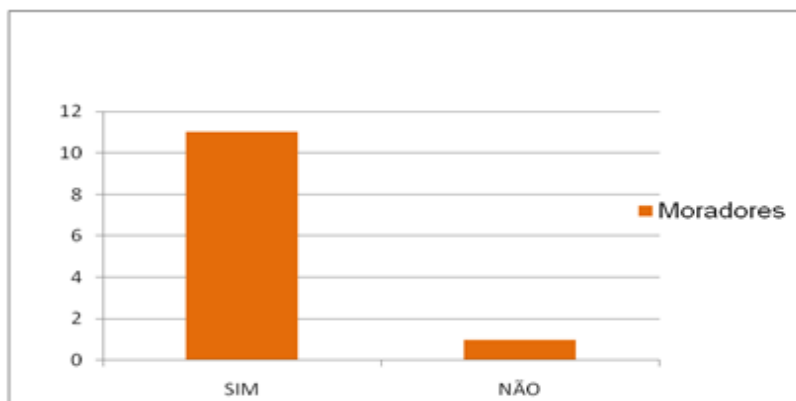
A Planilha orçamentária foi embasada nos valores expostos pela tabela SETOP, mês referência Agosto de 2017, dados não tabelados foram retirados do mercado. Assim feito foi definido a viabilidade de execução deste projeto com a técnica construtiva de tijolo ecológico.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

De acordo com o Gráfico 1, cerca de 92% dos moradores das residências de tijolo solo-cimento afirmaram que é perceptível a diferença de temperatura interna entre uma residência de tijolo ecológico e uma de tijolo de cerâmico.

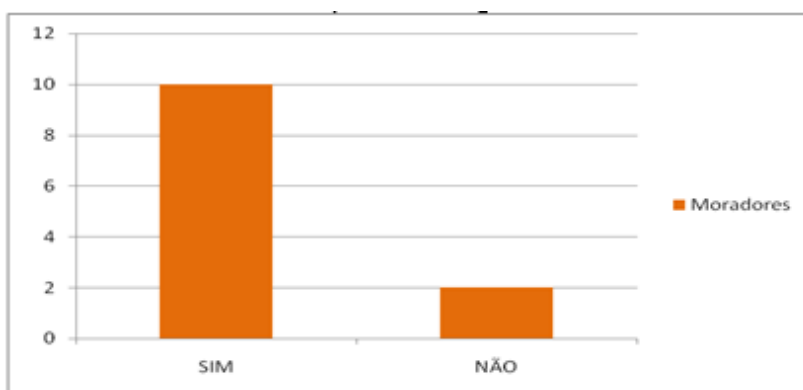
Gráfico 1: Diferença quanto à temperatura interna da residência.



Fonte: Autores (2017).

Quando perguntados se consideravam agradável a temperatura da residência, aproximadamente 84% dos moradores responderam positivamente, o que pode se comprovar que alvenarias de tijolos solo-cimento possuem um ótimo isolamento térmico. Em épocas quentes se mostram mais frescas e em tempos chuvosos os moradores disseram que se sentem mais aquecidos. O Gráfico 2 comprova a afirmação.

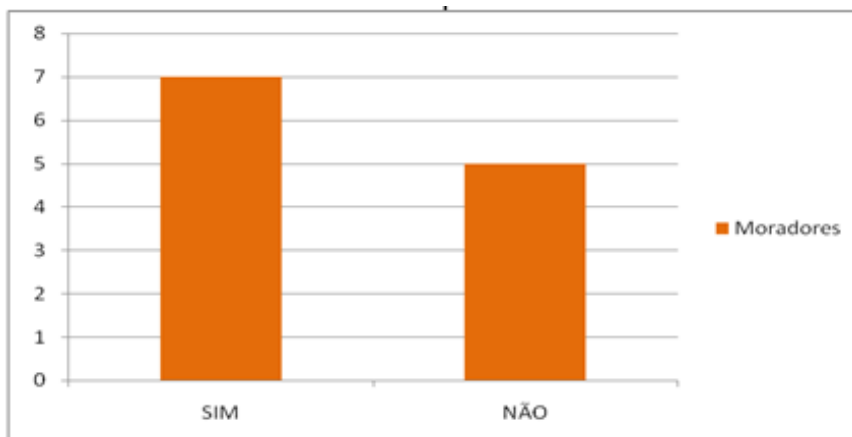
Gráfico 2: Temperatura agradável.



Fonte: Autores (2017).

Conforme mostrado no Gráfico 3, em média 58% dos moradores afirmaram que, ao fazerem reparos em suas instalações elétricas e hidráulicas, encontraram dificuldade, pelo fato de terem que quebrar alguns tijolos para realizar os reparos e em seguida, cobrirem a falha com argamassa, o que danifica a estética das paredes à vista.

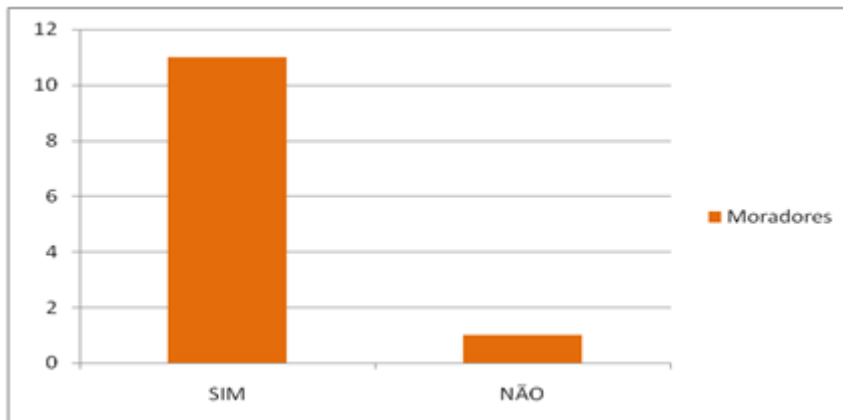
Gráfico 3: Dificuldade em realizar reparos hidráulicos e elétricos.



Fonte: Autores (2017).

O Gráfico 4 mostra que 92% dos moradores afirmaram que acham satisfatório o isolamento acústico da residência de tijolo solo-cimento, não se incomodam com os barulhos, já que no interior das residências passam quase que imperceptíveis.

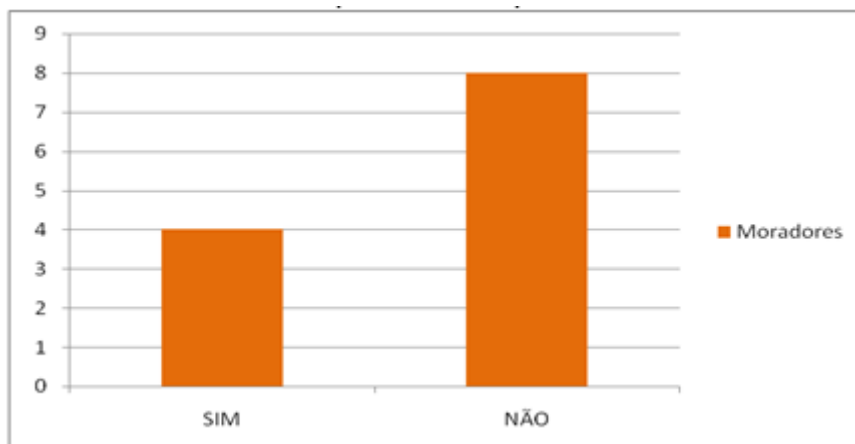
Gráfico 4: Isolamento acústico satisfatório.



Fonte: Autores (2017).

Segundo as informações coletadas e mostradas no Gráfico 5, aproximadamente 67% dos moradores não diagnosticaram grande umidade nas paredes em períodos chuvosos; esse efeito foi causado pela boa impermeabilização das paredes na execução das alvenarias.

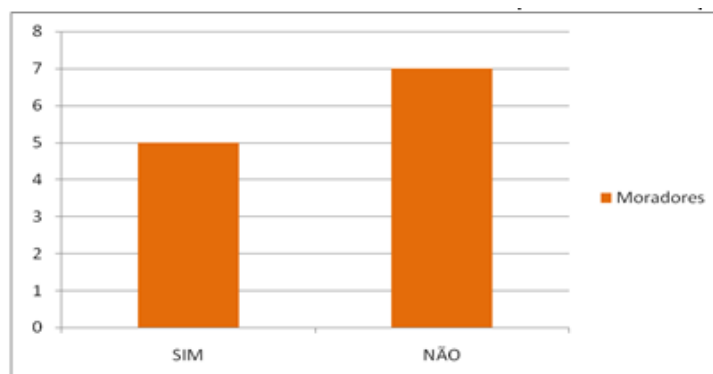
Gráfico 5: Umidade nas paredes em períodos chuvosos.



Fonte: Autores (2017).

Como visto no Gráfico 6, cerca de 58% dos moradores verificaram que com o passar dos anos houve um aumento de trincas e fissuras em suas moradias, movimentações e furos nas paredes contribuem para esse aumento.

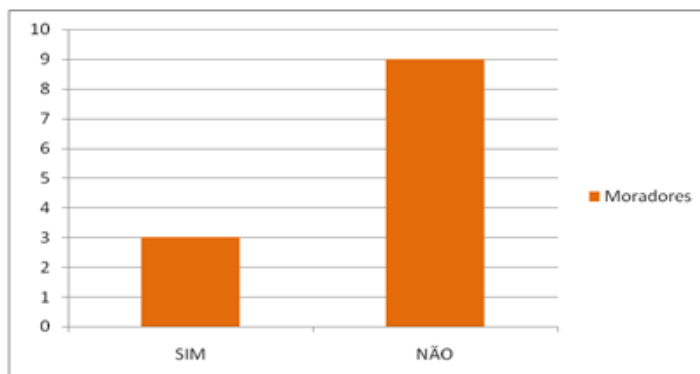
Gráfico 6: Aumento de trincas e fissuras com o passar do tempo.



Fonte: Autores (2017).

De acordo com o Gráfico 7, apenas 25% dos moradores tiveram uma má experiência ao se depararem com insetos e roedores que fizeram ninhos nas colunas de ar dos tijolos, na execução pode ter acontecido uma falha ou com o passar do tempo houve obstrução da vedação das colunas de ar, o que levou a ser moradias desses animais.

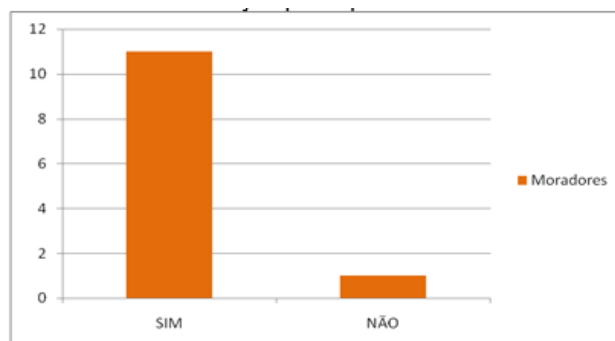
Gráfico 7: Insetos e roedores nas colunas de ar.



Fonte: Autores (2017).

Aos moradores foi perguntado se consideravam satisfatória a construção com esse tipo de material, a maioria, cerca de 92% responderam positivamente, o que mostrou que esse tipo de residência é bem vista por eles, mostrado no Gráfico 8.

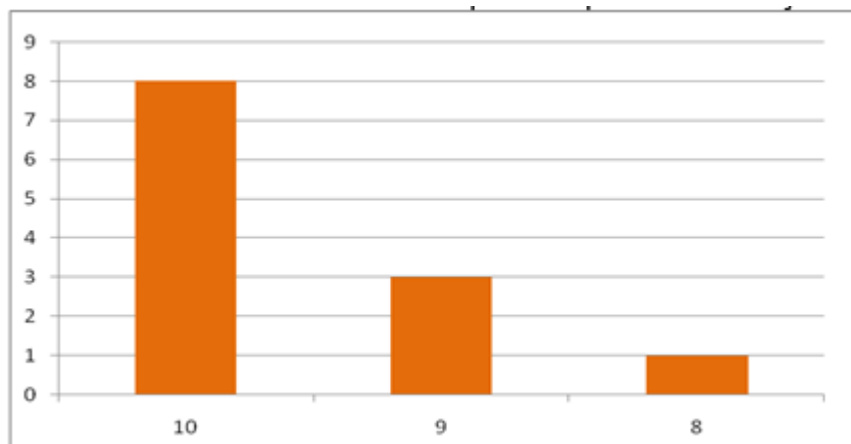
Gráfico 8: Satisfação pelo tipo de material.



Fonte: Autores (2017).

Conforme o Gráfico 9, foi perguntado qual nota dariam de cinco a dez a esse tipo de moradia, o que mostrou que 67% deram nota 10, o que mostra que esse tipo de residência agrada aos moradores.

Gráfico 9: Nota de cinco a dez para o tipo de construção.



Fonte: Autores (2017).

Com a aplicação deste questionário e do conhecimento do material, foi possível verificar algumas das vantagens em se construir com esse tipo de material, essas vantagens são mostradas a seguir:

- Controle de perdas, pois a Alvenaria modular evita desperdício, o material pode ser triturado e moldado novamente por meio de prensa ou manual não gerando entulho;
- Tem ótimo isolamento termoacústico, devido aos furos existentes no tijolo, criando colunas de ar, além de maior resistência.
- Eficiência construtiva, pelo fato dos tijolos serem somente encaixados, sendo dispensada argamassa de assentamento, alguns construtores assentam com uma cola específica mas seu uso não é obrigatório;
- Tijolos são produzidos com furos, o que diminui o material usado para a fabricação, barateando o custo final do produto, além de permitir a passagem de tubulação e a fiação evitando assim a quebra e corte das paredes;
- Não há uso de formas de pilares, evitando-se assim o gasto com madeira para formas;
- Fácil manuseio, os encaixes agilizam a obra;
- O reboco pode ser dispensado, sendo necessária somente a impermeabilização das paredes, pode receber pintura ou verniz;
- Não agride o meio ambiente, pois dispensa a queima, diferente dos tijolos de barro;
- Economia no transporte quando são produzidos no canteiro de obra.

Dentre todas as vantagens citadas acima foi possível verificar alguns problemas que

podem ser causados pela má execução da alvenaria, e também restrições do produto, não interferindo no resultado positivo da pesquisa, mas que se fez necessário demonstrá-las:

- Absorve umidade, necessitando uma atenção maior na impermeabilização o que pode elevar o custo da obra. As casas em que os moradores disseram observar uma umidade maior em épocas chuvosas podem ter sido mal impermeabilizadas ou o produto usado foi de uma qualidade menor;
- Tem restrições quanto à reformas e novos vãos; por serem encaixados há uma dificuldade na quebra das paredes, o que aumentaria o risco de fissuras e perda de resistência;
- Falta de padronização entre os fabricantes; dimensões podem variar de um para o outro;
- Os furos dos tijolos podem se tornar abrigo para insetos e até roedores; então é importante que esses furos sejam devidamente protegidos.

4.2 PLANILHA DE ANÁLISE COMPARATIVA ALVENARIA TIJOLO CERÂMICO E TIJOLO SOLO-CIMENTO

Quadro 1 – Comparativo de custo entre alvenaria de tijolo solo-cimento e tijolo cerâmico.

PROJETO DE CASA POPULAR						
ANÁLISE COMPARATIVA ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO E TIJOLO CERÂMICO						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1 ALVENARIA						
1.1	ALV-TIJ-025	Alvenaria de tijolo cerâmico furado E = 10cm, a revestir	m ²	124,48	38,55	4798,704
1.2	CIN-BLO-005	Cintamento em bloco de concreto E=10cm, a revestir, portante tipo "U"	m	45,9	10,74	492,966
Subtotal						5291,67
2 REVESTIMENTO						
2.1	REV-CHA-010	Chapisco com argamassa 1:3 cimento e areia, a peneira (interno e externo)	m ²	248,96	8,52	2121,139
2.2	REV-REB-005	Reboco com argamassa 1:7, Cimento e Areia (interno e externo)	m ²	248,96	30,97	7710,291
Subtotal						9831,43
3 PINTURA						
3.1	PIN-EMA-011	Emassamento de paredes com 1 demão de massa PVA (interno e externo)	m ²	248,96	11,18	2783,373
3.2	PIN-ACR-005	Pintura Acrílica, em paredes, 2 demãos sem massa corrida, exclusive fundo selador (interno e externo)	m ²	248,96	15,18	3779,213
Subtotal						6562,586
VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$21.685,69						
VALOR DO BDI: 30%: R\$6.505,70						
VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$28.191,39						
TOTAL: VINTE E OITO MIL, CENTO E NOVENTA E UM REAIS, TRINTA E NOVE CENTAVOS						
PROJETO DE CASA POPULAR						
ANÁLISE COMPARATIVA ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO E TIJOLO CERÂMICO						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT. R\$	PREÇO TOTAL R\$
1 ALVENARIA						
1.1	MERCADO	Alvenaria de tijolo solo-cimento modular simples (12,5x25x7cm) Esp. 12,5 cm com 1/2 tijolo	m ²	124,48	52,20	6497,856
Subtotal						5764,75
2 PINTURA						
2.1	MERCADO	Aplicação de resina acrílica impermeabilizante multiuso incolor	m ²	248,96	1,49	370,9504
2.2	PIN-VER-005	Verniz acrílico, 2 demãos, sobre alvenaria ou concreto	m ²	248,96	15,87	3950,995
Subtotal						4321,946
VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$10.086,70						
VALOR DO BDI 30%: R\$3.026,01						
VALOR ESTIMADO DA OBRA: R\$13.112,71						
TOTAL: TREZE MIL, CENTO E DOZE REAIS, SETENTA E UM CENTAVOS						

Fonte: Autores (2017).

Com os dados coletados foi possível verificar 46,51% de economia da construção de tijolo solo-cimento em relação a alvenaria de tijolo cerâmico. O que comprovou que uma residência com esse tipo de material satisfaz tanto o quesito ecológico quanto ao econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é um setor que sempre deve buscar soluções construtivas eficazes

tanto no ponto de vista ecológico quanto em relação ao custo, já que é um dos setores que mais trazem impactos ao meio ambiente.

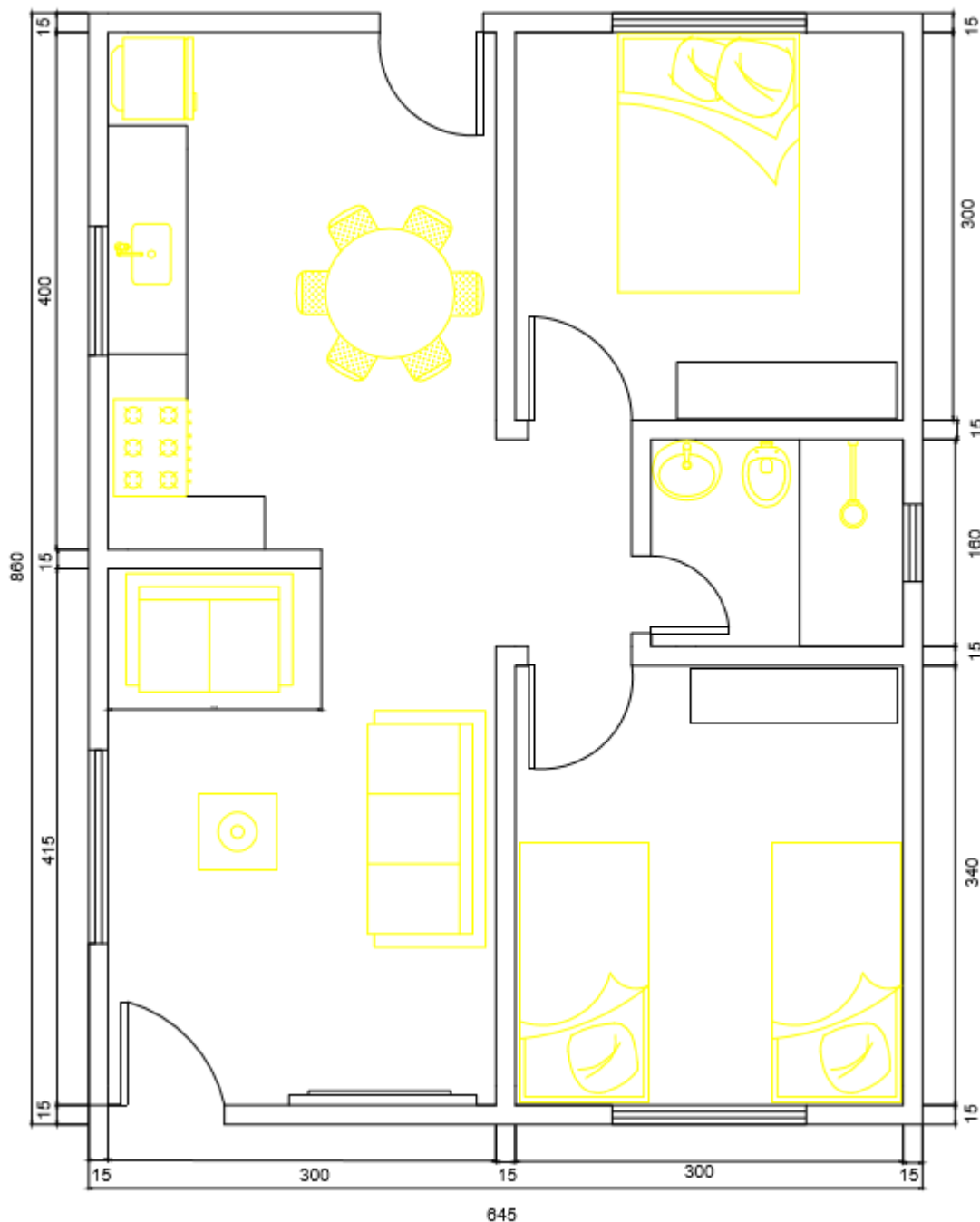
O questionário aplicado aos moradores das residências de tijolo solo-cimento da cidade de João Pinheiro-MG, mostraram satisfeitos com esse tipo de moradia. Através das respostas colhidas, foi possível constatar várias vantagens desse tipo de construção.

Dentre todas as vantagens pode-se citar: ótimo isolamento térmico e acústico; dispensar revestimento; o tijolo de solo-cimento é uma técnica eficiente, pois em seu processo de fabricação não há a queima do tijolo como no caso do tijolo convencional de barro. A satisfação dos moradores foi mostrada quando nove dos doze moradores deram nota dez para o tipo de construção, o que mostrou que esse tipo de alvenaria é uma boa opção tanto para os construtores quanto para moradores.

Para a sua eficiência construtiva, no processo de execução da alvenaria deve-se ter o cuidado com a impermeabilização para evitar umidade em tempos chuvosos. Os furos das colunas de ar devem ser bloqueados, para não se tornarem abrigos de animais, como foi informado por três dos doze entrevistados, o que causa um grande desconforto aos moradores, além de ser agentes causadores de doenças. Foi possível verificar também diferença de dimensões de tijolos, o que mostra que de um fabricante para o outro pode variar.

Com a planilha de custo elaborada foi possível verificar que a alvenaria de tijolo solo-cimento em relação à alvenaria de tijolo cerâmico é mais viável cerca de 46,51%. O que pode se concluir é que não há dúvidas que a alvenaria de bloco modular é mais viável do que a convencional. O que impede que essa técnica venha a crescer é a falta de conhecimento dos construtores e clientes, desconhecendo os fatores positivos que envolvem o tijolo ecológico aliados com a cultura conservacionista da construção convencional.

PLANTA BAIXA DO PROJETO DE RESIDÊNCIA POPULAR UTILIZADO NA ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO ENTRE OS TIPOS DE TIJOLOS



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.834/1984**: Bloco Vazado de Solo-Cimento sem Função Estrutural. Rio de Janeiro, 1984. 1 p.

BIOBLOC TIJOLOS ECOLÓGICOS. **Como funciona o processo construtivo**. Disponível em: <<http://biobloctijolosecológicos.blogspot.com.br/p/processo-construtivo.html>>. Acesso

em: 27 set. 2017.

BLOG CONSTRUINDO E AMPLIANDO COM TIJOLOS SOLO-CIMENTO. **Cintas de Amarração**. Disponível em: <<http://www.tijolosolocimento.com.br/2013/06/cintas-e-percintas.html>>. Acesso em: 27 set. 2017.

CMMAD, Comissão Mundial Sobre Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas/FGV. 1988. Acesso em 25 maio 2017.

ECOHOME. **Alvenaria Ecológica**. Disponível em: <<http://construtoraecohome.com.br/sistemas-construtivos/>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

ECOOGREEN TIJOLOS ECOLÓGICOS. **O que é tijolo ecológico**. Disponível em: <<http://www.ecoogreen.com.br/oqueetijoloecologico.html>>. Acesso em: 27 set. 2017

FIQUEIROLA, V. Téchnne PINNI. **Alvenaria de solo-cimento**, São Paulo, ed. 85, abr. 2004. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/85/artigo286284-1.aspx>>. Acesso em: 22 maio 2017.

FILHO, P. S. Revista Geração Sustentável. **Tijolo a Tijolo, uma construção mais ecológica**, Curitiba, ed. 36, p. 36 a 40, jan 2014.

FIRMINO, H. Revista Ecológico. **Tijolo Ecológico e seus benefícios**, Belo Horizonte, ed. 82, p. 52 a 55, jul. 2015.

GALBIATI, A. F. **O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e a Reciclagem**. 10 f, Mato Grosso do Sul. Disponível em: <http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_15.pdf>. Acesso em: 20 maio 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102f. Tese (Livre Docência em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

LYLE, J. T. **Regenerative design for sustainable development**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 338p.

MERCADO, M. C. **Solo-cimento: alguns aspectos referentes à sua produção e utilização em estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) – FAU USP . São Paulo, 1990.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 27 março 2017.

PECORIELLO, L. A. **Recomendações práticas para uso do tijolo furado de solo-cimento na produção de alvenaria**. 2003. 87 f. Dissertação (Mestrado) -, Instituto de Pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2003.

RUPESTRE TIJOLOS ECOLÓGICOS. **Nível de canto**. Disponível em: <http://rupestre-tijolos-ecologicos.blogspot.com.br/2011/12/rupestre-tijolos-ecologicos-goiania_974.html>.

Acesso em: 27 set. 2017

SEGANTINI, A. A. S. **Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira-SP.** 2000. 176p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, 2000.

TIJOLOS VERDES, CONSTRUÇÕES ECOLÓGICAS. **Casa Popular.** Disponível em: <<http://www.tijolosverdes.com.br/casatijolos.php>>., Acesso em: 27 set. 2017.