

## **ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DE BLOCO CERÂMICO POR TIJOLO ECOLÓGICO – ESTUDO DE CASO**

### ***ECONOMIC FEASIBILITY STUDY FOR REPLACING CERAMIC BLOCK FOR ECOLOGICAL BRICK - CASE STUDY***

**Lucas Carvalho Vier, acadêmico do curso de Engenharia Civil.**

lucascarvalho051@gmail.com

**Joice Moura da Silva, acadêmica do curso de Engenharia Civil.**

joice.moura@hotmail.com

**Fábio Augusto Henkes Huppés, acadêmico do curso de Engenharia Civil.**

fabio\_huppés@hotmail.com

**Camila Taciane Rossi, acadêmica do curso de Engenharia Civil.**

camilatacianerossi@hotmail.com

**Ederson Rafael Rogoski, acadêmico do curso de Engenharia Civil.**

eder.rogoski95@hotmail.com

**Ms. Tarcísio de Oliveira, docente do curso de Engenharia Civil e Arquitetura.**

tarcisio.oliveira@unijui.edu.br

**Ms. Marcelle Engler Bridi, docente do curso de Engenharia Civil e Arquitetura.**

marcelle.bridi@gmail.com

### **Resumo**

A busca por técnicas construtivas e materiais sustentáveis estão cada vez maior em função da conscientização ambiental e minimização dos impactos gerados pela construção civil. Entre esses materiais tem – se o tijolo ecológico, que não necessita de queima na sua produção como é o caso dos blocos cerâmicos, diminuindo significativamente a emissão de CO<sub>2</sub> e extração da madeira. Além de ser um material sustentável, o tijolo ecológico também traz economia para construção através da sua utilização em de habitações populares, gerando um menor valor no custo final das edificações, tendo como benefício a construção de mais unidades habitacionais, o que contribui para diminuir o déficit habitacional do país e conseqüentemente coopera para preservação do meio ambiente. Embora se tenha diversas fontes dos benefícios ambientais e financeiros sobre a utilização do tijolo ecológico, tem-se pouco material científico que comprove quanto seria essa redução de custos. Dessa forma o

presente artigo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica para substituição de bloco cerâmico por tijolo ecológico em um conjunto de habitações populares. Os métodos utilizados para desenvolver o trabalho foi inicialmente a adequação de um projeto existente em um loteamento de interesse social na cidade de Santa Rosa – RS e posteriormente foi realizado o orçamento desse projeto com bloco cerâmico e com tijolo ecológico. Tivemos uma redução de custo com a utilização do tijolo ecológico em relação ao método construtivo convencional de 32,12% sendo satisfatório o seu emprego em habitações de interesse social.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Habitações populares; Tijolo Ecológico.

### ***Abstract***

*The search for constructive techniques and sustainable materials are increasing due to the environmental awareness and minimization of the impacts generated by the construction industry. Among these materials is the ecological brick, which does not require burning in its production as a case of ceramic blocks, significantly reducing a CO2 emission and wood extraction. In addition to being a sustainable material, the ecological brick also bring savings to build through its use in popular housing, generating a lower value without final cost of buildings, with the benefit of building more housing units, which contributes to decrease housing deficit Of the country and consequently cooperation for the preservation of the environment. Although there are no differences between the sources of environmental resources and the financing of the use of ecological bricks, there is little scientific evidence to show that this reduction in costs. In this way the present article was developed with the objective of evaluating an economic feasibility for replacing ceramic block with ecological brick in a set of popular housing. The methods used for the development of the work were initially an adaptation of an existing project in a social interest subdivision in the city of Santa Rosa - RS and later the design project was carried out with a ceramic block and ecological brick. We had a cost reduction with a use of ecological brick in a conventional construction method of 32.12% and it is satisfactory in its use in social housing.*

***Keywords:*** Sustainability; Popular housing; Ecologic brick.

## **1. Introdução**

O atual desenvolvimento da construção civil é um dos motivos ambientais mais preocupantes no nível nacional e internacional. Segundo Morais et al (2014), essa relevante preocupação ocorre pois a construção civil é considerada uma das maiores consumidoras de recursos naturais. Estima-se que a mesma seja responsável por utilizar entre 20 e 50% de todos os recursos naturais consumidos pela população, utilizando 2/3 da madeira retirada das florestas, sendo na maioria das vezes retirada de forma incorreta. (John, 2004).

Os impactos ambientais causados pela construção civil não ocorrem apenas na extração do material. Segundo Mesquita (2012), a construção acarreta impactos por toda sua cadeia produtiva, sendo que o entulho gerado ao término da obra é um dos principais, representando até 60% dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

Segundo Pisani (2005), não existe construção sem causar danos ao meio ambiente, a busca é por soluções que diminua esse Impacto. Para minimizar os impactos, estão sendo desenvolvidas diversas técnicas de construções sustentáveis, utilizando materiais reciclados na fabricação de novos materiais, energias renováveis, aproveitamento da iluminação natural, da ventilação e utilização de coberturas verdes.

Na crescente busca por reduzir impactos ambientais, uma alternativa é a utilização do tijolo ecológico. O tijolo ecológico é composto de solo, água e cimento, o mesmo é considerado um novo método construtivo sustentável, pois não é necessário realizar a queima do tijolo, eliminando a extração de madeira e evitando a emissão de monóxido de carbono. (MOTTA et al, 2014).

Segundo Morais et al (2014), os tijolos ecológicos podem ser encontrados no mercado de diversos modelos (maciços, furados e também com ou sem canaleta) e tamanhos, podendo ser escolhidos conforme o projeto.

Outra vantagem desse novo material construtivo é a reutilização de resíduos sólidos da construção “Entulhos” na sua composição. (MORAIS et al, 2014). Ou ainda materiais que seriam descartado na natureza, muitas vezes não se caracterizando resíduos de construção civil, como é o caso do resíduo do granito. (SANTIAGO et al, 2012)

Na fabricação de tijolos convencionais, se consome muita energia no processo de cura do material que é realizado através da queima, sendo que esse custo com energia reflete no valor de venda. (AGRAFIOTIS E TSOUTSOS, 2001). Além do tijolo ecológico não consumir essa energia para queima, reduz o transporte de matéria prima, pois não à restrições quanto ao solo a ser utilizado, podendo utilizar o próprio solo da obra, o que não acontece para a produção do tijolo cerâmico. (GRANDE 2003).

Os benefícios da utilização do tijolo ecológico não são apenas ambientais mas também são econômicos. Segundo o site do SEBRAE (2010 apud Costa et al, 2011), o sistema construtivo de tijolos ecológicos trazem um excelente custo/benefício, tendo uma economia entre 20 e 40% em relação ao modelo de construção convencional.

Ainda segundo o mesmo autor essa técnica construtiva traz outras vantagens como a redução do tempo de obra em 30% em função dos encaixes que favorecem o prumo da superfície, redução do uso de formas para vergas, contra vergas e cintas de amarração, também facilita o acabamento que pode ser apenas pintado sem reboco, ou apenas aplicado uma fina camada de reboco (textura, argamassa ou gesso). Segundo o autor acima o

assentamento de azulejos pode ser feito direto sobre os tijolos, contribuindo para uma obra mais limpa e sem entulhos, outros benefícios da utilização de tijolos ecológicos é um maior isolamento acústico e térmico na edificação através dos furos nos tijolos que formam câmaras térmicas, além disso facilitam a execução das instalações elétricas e hidráulicas.

Na crescente busca por sistemas construtivos sustentáveis, o tijolo ecológico surge como uma alternativa, porém tem-se a necessidade de saber qual é a real diferença de custos entre o sistema construtivo convencional e a construção com a utilização de tijolo ecológico. Nesse sentido o objetivo desse trabalho é avaliar a diferença de custos de uma unidade habitacional de interesse social construída com bloco cerâmico, e com a utilização de tijolo ecológico.

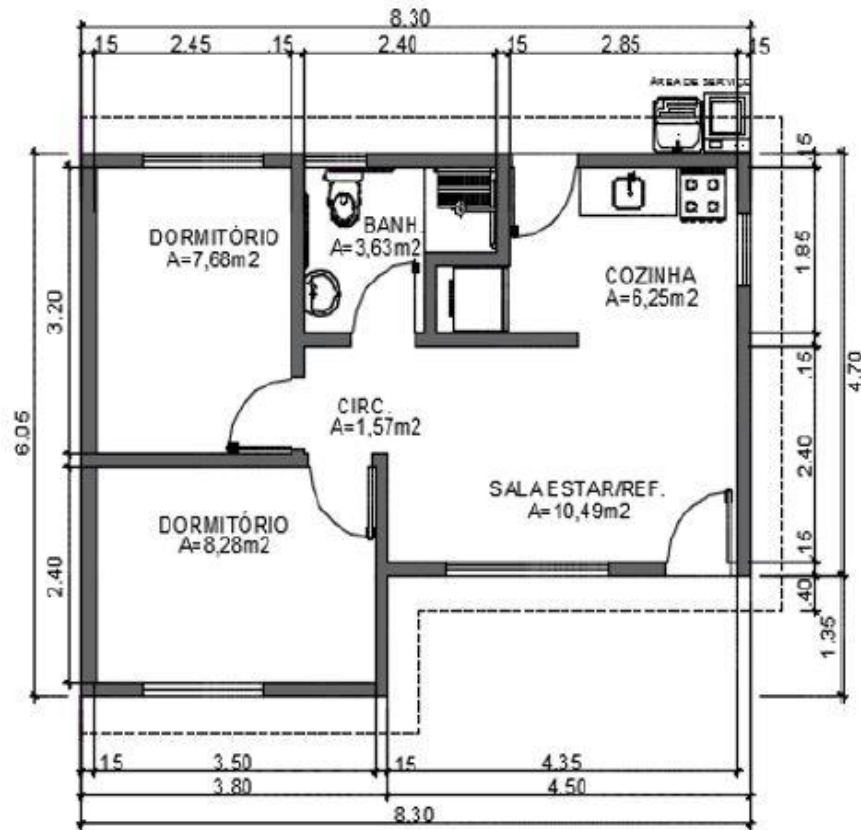
## 2. Materiais e Métodos

Para avaliar a viabilidade financeira da substituição do bloco cerâmico convencional por tijolo ecológico, inicialmente foi realizado um ajuste no projeto existente de um loteamento de habitações de interesse social, ao qual é denominado auxiliadora II, constituído de 140 casas construídas em 2013/2014 através do Programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Santa Rosa – RS.

Posteriormente foi elaborado o orçamento do novo projeto com bloco cerâmico e com o tijolo ecológico apenas considerando a execução da alvenaria e seu revestimento. A figura 1 apresenta o loteamento em estudo, a figura 2 a planta baixa da edificação em análise e a figura 3 uma imagem das edificações construídas no loteamento.



**Figura 1 – Mapa do Loteamento Auxiliadora II.**  
**Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Santa Rosa/RS**



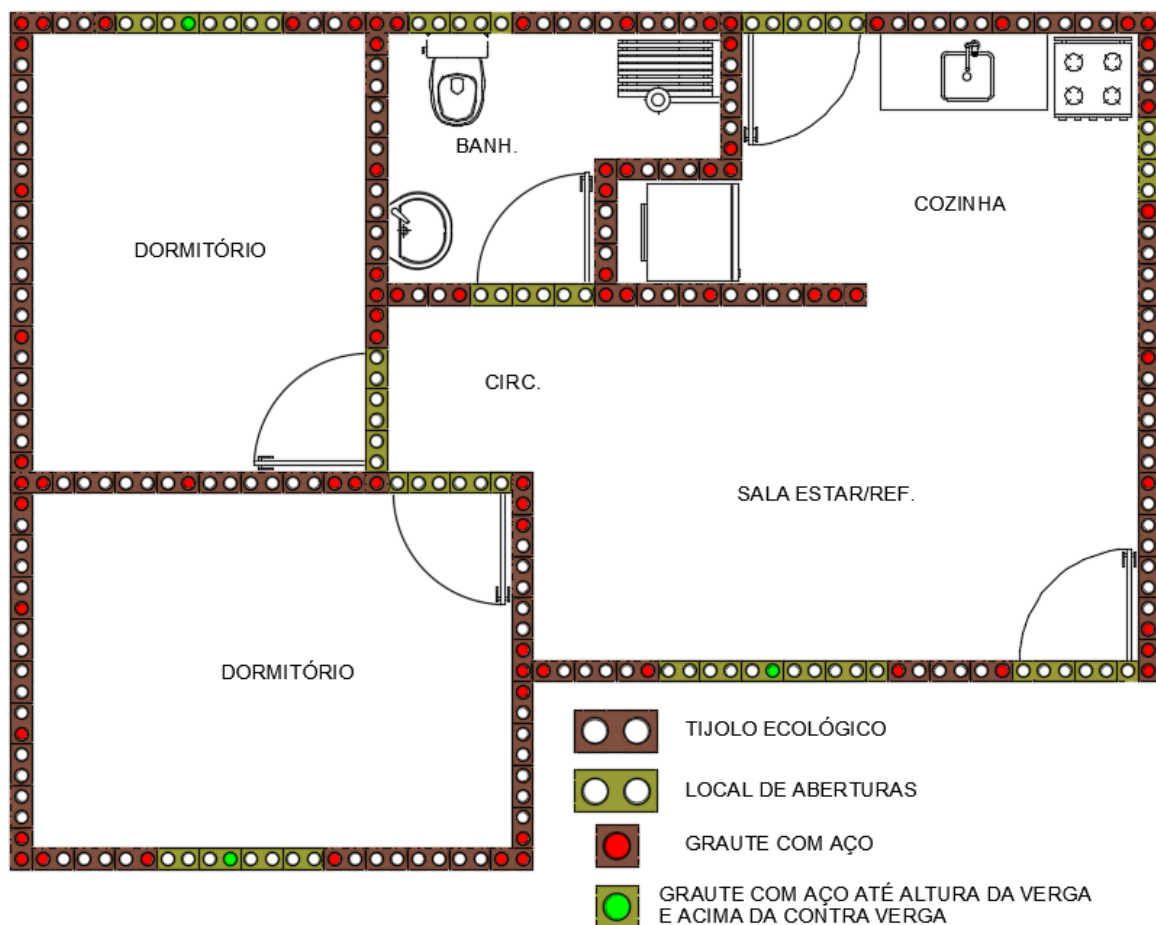
**Figura 2 – Planta Baixa.**  
**Fonte: Adpatada de Prefeitura Municipal de Santa Rosa.**



**Figura 3: Fachadas das edificações em análise. Fonte: autoria própria**

### Resultados e discussões

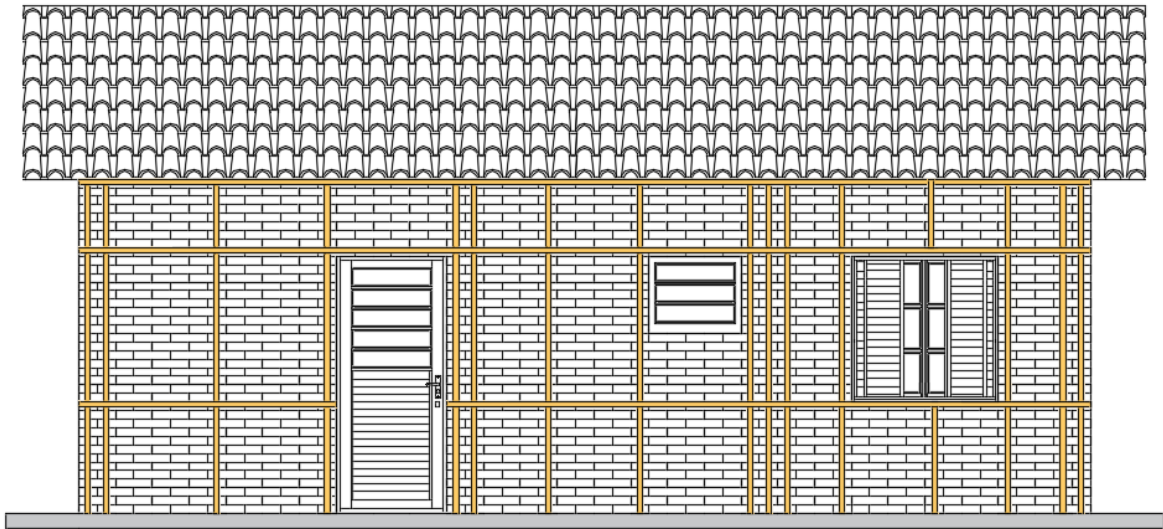
No projeto elaborado da edificação em estudo, foi mantido o formato original, apenas alterando pequenas áreas de cômodos para que o comprimento das paredes tivesse medidas múltiplas do tamanho do módulo (meio tijolo), o módulo mede 15 x 15 cm para o tijolo ecológico que foi utilizado de 7,5 x 15 x 30 cm. Dessa forma a área construída que no projeto original é de 44,14m<sup>2</sup>, passou a ser de 45,53m<sup>2</sup> no novo projeto. A figura 4 apresenta a planta baixa do projeto elaborado.



**Figura 4: Planta baixa do projeto com tijolo ecológico. Fonte: autoria própria**

O tijolo ecológico não tem função estrutural, a estabilidade é dada por colunas de sustentação, cintas de amarração na horizontal e grampos nos cantos em L, T e I. Nas colunas de sustentação é colocada uma barra de aço e realizada a concretagem. No projeto elaborado, as colunas foram colocadas nos encontros entre paredes, nas laterais de portas e janelas e também em um espaçamento máximo de um metro linear. Foi utilizado 3 cintas

de amarração, a primeira que também serve de verga para janelas em uma altura de 0,90 m, a segunda em 2,10 m de altura também servindo de contra verga, e a terceira em 2,70 m com função de distribuir as cargas da cobertura. A figura 5 apresenta a malha estrutural da parede de fundo da edificação, sendo essa a parede que possui o maior número de aberturas da residência em análise. A figura 6 apresenta o 3d do projeto da edificação utilizando tijolo ecológico.



**Figura 5: Malha estrutural da parede de fundo da edificação. Fonte: autoria própria**



**Figura 6: 3d do projeto elaborado. Fonte: autoria própria**

Após elaborado o projeto, foi realizado o orçamento para a construção da edificação com a utilização de bloco cerâmico 9 furos de acordo com a nova área de projeto e também o orçamento para construção da edificação com a utilização do tijolo ecológico. A tabela 1 apresenta o orçamento com a utilização do bloco cerâmico 9 furos.

<b>BLOCO CERÂMICO 9 FUROS</b>		<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Total</b>
87521	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	115,42	56,49	6520,08
COMPOSIÇÃO MODIFICADA	CINTA DE AMARRAÇÃO DE ALVENARIA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO. AF_03/2016	m	42,30	46,67	1974,14
93186	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. A F_03/2016	m	6,15	40,60	249,69
93187	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	2,25	46,90	105,53
93188	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	7,00	37,00	259,00
87904	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	238,09	6,64	1580,92
87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	m²	88,30	39,38	3477,25
87545	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	26,33	19,07	502,11
87548	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	123,14	18,32	2255,92
89170	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS, MEIA PAREDE, OU PAREDE INTEIRA, PLACAS GRÊS OU SEMI-GRÊS DE 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÕES PÚBLICAS PADRÃO. AF_11/2014	m²	26,33	50,70	1334,93
88483	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR LÁTEX PVA EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	m²	211,44	2,08	439,80



88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	211,44	10,26	2169,37
<b>TOTAL</b>					<b>20868,74</b>

**Tabela 1: Orçamento de Bloco Cerâmico 9 furos. Fonte: autoria própria**

Para esse orçamento foi considerado o modo construtivo convencional ao qual foi realmente construída a edificação, sendo esse orçamento feito com base na tabela Sinapi, foi considerado no orçamento as áreas de vãos menores que 2m<sup>2</sup>, como é indicado por norma para eventuais percas e principalmente em função dos acabamentos nos locais de aberturas. O valor orçado é de R\$ 20.868,74 considerando materiais e mão de obra necessário para assentamento da alvenaria, execução das vergas, contra vergas, cinta de amarração, revestimento para pintura, pintura e revestimento cerâmico até 1,5 m de altura no banheiro e na cozinha. A tabela 2 apresenta o orçamento com a utilização do tijolo ecológico.

<b>TIJOLO ECOLÓGICO ( 7,5 X 15 X 30cm)</b>		<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Unitário</b>	<b>Total</b>
COMPOSIÇÃO CRIADA	ASSENTAMENTO DE TIJOLO ECOLÓGICO COM ARGAMASSA DUN DUN+ REJUNTE	m <sup>2</sup>	100,17	86,34	8648,68
COMPOSIÇÃO CRIADA	GRAUTEAMENTO HORIZONTAL E VERTICAL COM AÇO 8MM E AMARRAÇÕES ENTRE PAREDES	m <sup>3</sup>	1,34	1618,76	2169,14
89170	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS, MEIA PAREDE, OU PAREDE INTEIRA, PLACAS GRÊS OU SEMI-GRÊS DE 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÕES PÚBLICAS PADRÃO. AF_11/2014	m <sup>2</sup>	26,33	50,70	1334,93
84677	VERNIZ SINTETICO BRILHANTE EM CONCRETO OU TIJOLO, DUAS DEMAOS	m <sup>2</sup>	209,77	9,6	2013,79
<b>TOTAL</b>					<b>14166,54</b>

**Tabela 2: Orçamento Tijolo Ecológico. Fonte: autoria própria**

No orçamento da construção com tijolo ecológico foi considerado o assentamento de tijolo, rejunte e concretagem das colunas e cintas horizontais. Porém não foi considerado revestimento em argamassa e também não foi considerado os vãos de aberturas menores que 2 m<sup>2</sup> em função de que a construção com tijolo ecológico não tem grandes perdas como no método construtivo convencional e não exige detalhes de acabamento. Em relação ao revestimento das paredes apenas foi orçado na cozinha e no banheiro o assentamento de cerâmico até altura de 1,5 m, sendo assentado diretamente na alvenaria sem a necessidade de emboço, no restante foi considerado duas demãos de verniz, obtendo um valor total de R\$ 14.166,54.

## Conclusão

Através do trabalho pode-se concluir que a utilização do tijolo ecológico apresenta diversos benefícios, não só para o proprietário mas também para toda a população em função da preservação do meio ambiente. O valor orçado com bloco cerâmico foi de R\$ 20.868,74 enquanto o valor orçado para construção com tijolo ecológico foi de R\$ 14.166,54, representando uma economia de 32,12%, o que é de grande valia principalmente para as construções de habitações de interesse social, onde esse valor pode ser empregado nas construções de novas unidades habitacionais, além de garantir para essas habitações um bom isolamento térmico e acústico, aumentando a qualidade de vida dos usuários. Com a redução de custos obtida desse estudo pode-se dar uma contribuição científica comprovando que realmente há uma redução de custos entre os dois sistemas construtivos, incentivando a utilização de materiais sustentáveis e de outros estudos com a aplicação de tijolo ecológico em diferentes tipos de construções.

### **Referências**

AGRAFIOTIS C.; TSOUTOS, T. **Energy saving technologies in the European ceramic sector: a systematic review**. Applied Thermal Engineering, v. 21, n. 12, p. 1231-1249, Aug. 2001.

COSTA. Daniela Vasconcellos Zuquim; FREITAS. Ana Paula; SILVA. Débora Cristina; SILVA. Juliana Patrícia Oliveira; JESUS. Marina Paschoalino. **Descrição do processo produtivo do tijolo ecológico modular a partir da reutilização de resíduos sólidos da construção civil**. 26 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com adição de sílica ativa**. São Carlos: EESC-USP, 2003. Dissertação Mestrado.

JOHN, V. M.; **A Construção, o Meio Ambiente e a Reciclagem**. [S1], 2004.  
Disponível em: < [http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a\\_construcao\\_e.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a_construcao_e.htm).

MESQUITA.A.S.G. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina Piauí**. Instituto Federal do Piauí E-mail:atilamesquista@hotmail.com Artigo submetido em fevereiro/2012 e aceito em maio/2012.

MORAIS. Marcelo Brito; CHAVES. Armando Macêdo; JONES. Kimberly Marie; **Análise de viabilidade de aplicação do tijolo ecológico na construção civil contemporânea**. Revista Pensar Engenharia, v.2, n. 2, Jul./2014.

MOTTA, C. J.; MORAIS, W. P.; ROCHA, N. G. Tijolo de Solo Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. Belo Horizonte: 2014.

PISANI, J. M. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento**. São Paulo: Sinergia, 2005.

SANTIAGO, O. N.; OLIVEIRA, F. D.; SOUZA, A. A. **Estudo do fator água/cimento para a confecção de Tijolos Ecológicos de Solo-cimento incorporados com resíduos gerados**



**no beneficiamento de rochas ornamentais.** Paraíba: Encontro nacional de educação, ciência e tecnologia/UEPB, 2012.