

ANÁLISE COMPARATIVA DO CUSTO ENTRE O TIJOLO SOLO - CIMENTO E O BLOCO CERÂMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Guilherme Alves de Miranda

Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (guilherme_915@hotmail.com)

Lucas Candido Pajeú de Souza

Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (sunlightblade99@hotmail.com)

Pedro Henrique de Sousa Oliveira

Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (henripedro31@outlook.com)

Vinícius Odilon Lopes Siqueira

Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (viniciuslopessiqueira@gmail.com)

Eduardo Dourado Argôlo

Professor Mestre do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (eduardo@spatial.ag)

RESUMO

O tijolo modular de solo-cimento ou “tijolo ecológico” é tratado assim, pois, promove vários benefícios ao meio ambiente, desde a produção até a utilização no canteiro de obras, reduzindo o impacto ambiental e também o custo de diversos materiais na construção civil, sendo assim aplicado o conceito de sustentabilidade no qual está seu diferencial. Desde o início, nas primeiras civilizações a construção civil impõe ao ser humano uma necessidade em ter um abrigo para se afugentar do clima e de predadores. Com o passar do tempo as técnicas construtivas foram aparecendo e se aprimorando tanto em rapidez quanto em baixo impacto negativo no meio ambiente. Baseado nesse tema o tijolo ecológico apresenta-se como uma alternativa de construção sustentável pois em sua fabricação e instalação difere-se do bloco cerâmico convencional, onde se observa um grande impacto positivo na natureza pois o modelo de tijolo solo cimento não apresenta em sua produção a queima, processo que emite gases poluentes que causam um grande problema para camada de ozônio. Outro fator a se destacar na produção é a grandeza de matéria prima. Em relação a execução esse tijolo também traz muitos benefícios, são eles: a baixa geração de resíduos e também a opção de não uso de revestimento argamassado. O objetivo do presente trabalho é a análise de custos entre a alvenaria executada com o tijolo solo-cimento e a alvenaria convencional utilizando o bloco cerâmico usual. Na metodologia foram coletados dados e informações normativas na utilização do tijolo solo cimento o comparando tomando como foco principal os valores gastos em relação ao bloco cerâmico convencional através de um estudo de viabilidade de custos somente da alvenaria de ambos os métodos construtivos utilizando como referência uma edificação construída em Pirenópolis-GO com área construída de 148,83 m², utilizando como base de referência os preços dos materiais e mão de obra Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e os valores não contidos no sistema foram cotados com base no mercado regional entre os fornecedores. O resultado do estudo foi uma economia final de 14,49% no valor final da alvenaria e conclui-se que é uma alternativa viável tanto economicamente quanto ambientalmente onde observa-se impactos positivos.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade. tijolo ecológico. construção civil. diferencial .

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é hoje um dos principais responsáveis pelos impactos negativos que ocorrem no nosso ecossistema, pois a construção civil é um dos setores de atividades humanas em que mais se utiliza dos recursos naturais, consequentemente o que mais causa danos ambientais.

Entretanto, segundo Angst (2013), foi apenas após os anos 1970 que se teve consciência da influência que a construção civil exercia sobre o meio ambiente. Então, começou-se a discutir sobre o aumento da população, a poluição, o consumo de recursos naturais e outros fatores ligados ao meio ambiente. A partir de então, vários os movimentos com o objetivo de conscientizar os países a respeito da preservação do meio ambiente foram realizados no mundo, desenvolvendo-se o conceito de construção sustentável.

A construção sustentável é definida como um processo holístico que busca a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes naturais e construídos, reduzindo os impactos negativos e criando impactos positivos em nosso meio ambiente durante todas suas etapas de desenvolvimento, e nessa temática o tijolo modular solo-cimento se apresenta como uma alternativa sustentável no que se refere a construção civil.

O tijolo de solo-cimento em análise 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 evitando a emissão de monóxido de carbono (MOTTA et al, 2014).

Segundo Jonh (2019) ainda existe há uma concepção de que o sustentável é inviável quando se é comparada com os métodos convencionais.

O presente trabalho expõe um estudo onde se compara a produção da alvenaria utilizando o método construtivo utilizando o bloco cerâmico e a alvenaria produzida com tijolo modular solo-cimento, foi levado em consideração apenas a os tijolos amarrados conforme as normas considerando apenas o tijolo assentado e seus revestimentos não levando em consideração a parte estrutural na qual a alvenaria convencional é submetida, a edificação citada no artigo é uma casa de 148,83 m² em Pirenópolis-GO conforme a Figura 1, que já foi finalizada, e os dados comparados são regidos pelas NBR's ; NBR 8491 (ABNT, 2012) "Tijolo Solo-Cimento requisitos" e NBR 15270 (ABNT, 2005) "Bloco Cerâmico" e os valores são de referência SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

Figura 1: Localização da Obra



Fonte: Google Earth (2022)

2 PRODUÇÃO, ASSENTAMENTO E COMPARATIVO ENTRE OS BLOCOS

2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BLOCO CERÂMICO CONVENCIONAL

Consiste em uma mistura de tipos de argila com água que passa pela secagem durante aproximadamente 10 dias. Após esse período, a mistura deve ser cozida em um forno para resfriar em temperatura ambiente e depois passar pelo controle de qualidade. As etapas finais na fabricação de tijolos podem ser descritas da seguinte forma: Com a secagem concluída, as peças são levadas para fornos, onde são empilhadas e queimadas para que ganhem forma homogênea, após este processo de cozimento, os tijolos ficam “descansando” em temperatura natural. O último passo consiste em inspecionar a qualidade do material, para que os tijolos sejam comercializados e entregues para as empresas e consumidores finais (PAIVA, 2018).

2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO TIJOLO SOLO CIMENTO

O tijolo ecológico da Figura 2 é feito da compressão da junção do solo com cimento e água, não passando pelo processo de queima conforme a Figura 3. A composição do tijolo de solo-cimento se da origem de uma mistura de uma parte de solo com teor de matéria orgânica baixo, aglomerante hidráulico artificial chamado de cimento Portland e água isentam de impurezas em quantidades pequenas, com o objetivo de proporcionar uma homogeneização adequada.

Figura 2 : Tijolo Solo-Cimento



Fonte: Ecocasa (2017)

Além do solo outros diversos materiais podem ser também empregados na mistura de sua composição do tijolo como: resíduos provenientes de demolição, papel, vidro, plástico e entre outros. A terra crua como parte do material de construção possui grande abundância e possui características isolantes que permitem uma harmonia acústica e térmica, sendo assim permitindo ambientes com grau de conforto mais elevado e com menos gastos energéticos para condicioná-los.

Figura 3: Processo fabricação Solo-cimento.



Fonte: Sahara (2018)

2.3 PROCESSO DE INSTALAÇÃO DO TIJOLO SOLO – CIMENTO

O processo de instalação do tijolo solo-cimento é muito eficiente e mais rápido do que o tijolo convencional e, o modular contribui amplamente com a limpeza e economia de material, basta um filete de cola branca, argamassa própria ou massa de solo-cimento para assentar os tijolos. Para aplicar a cola branca use a própria bisnaga conforme a Figura 4 que já vem com o bico dosador. Argamassa própria para assentamento e rejuntamento, são 12 litros de solo, 1 litro de cimento e 1 litro de cola PVA (poliacetato de vinila). A função da massa no assentamento dos tijolos, é também corrigir eventuais irregularidades. Observa-se que o tijolo modular possui um sistema de encaixe que auxilia a orientação no assentamento dos tijolos, e nele tem uma pequena folga na junção que é para prevenir a dilatação. Para instalação elétrica pode optar por furos nos módulos ao invés de conduítes e caixas para tomadas e interruptores. (BERALDO, 2003)

Figura 4: Alvenaria tijolo ecológico e cinta de amarração



Fonte: Portal Virtu hab (2014)

As paredes executadas com tijolos ecológicos têm o conforto termoacústico similar ao do bloco cerâmico convencional por se tratar de um material produzido de solo. Os tijolos feitos de solo cimento ou "ecológicos" são utilizados de forma apenas de vedação e também de forma estrutural como citado nesse artigo, desde que atendam às resistências estabelecidas nos critérios de projetos, que devem ser os mesmos aplicados aos materiais de alvenaria convencional, bem como devem seguir as indicações de cuidados e manutenção do material previsto por norma. O conforto acústico é térmico e acústico é observado através de visita em canteiros de obra onde a alvenaria já está em fase de acabamento final (CARVALHO, 1995).

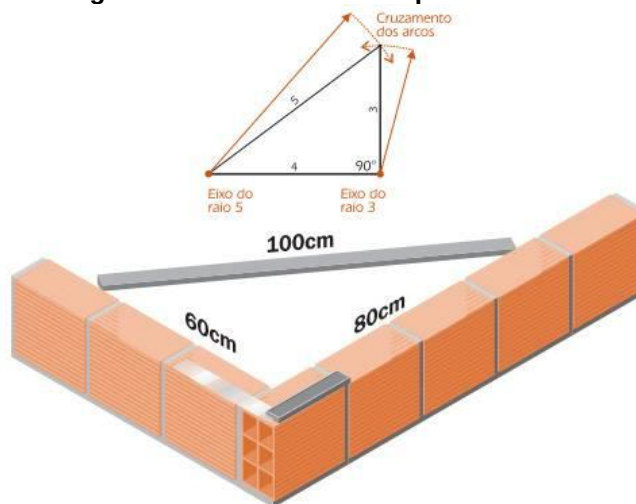
Nesse sistema construtivo existe a vantagem de embutir as colunas nas paredes.

É importante que as primeiras fiadas sejam bem niveladas para uma boa precisão das paredes, se necessário podem ser assentadas com massa convencional (CAMPOS, 2019). Assim como os alicerces, as barras de ferro das colunas deverão estar fundidas na fundação e baldrame antes das paredes serem erguidas. Quando as paredes atingirem meio metro e necessário encher as colunas de sustentação, a cada 50 centímetros de parede erguida, a interligação das colunas pelo grampo, é a maior garantia de maior estabilidade da obra (Figura 4). Depois dos grampos em seus devidos lugares e só encher de concreto cada furo que foi reservado para a coluna. Na cinta de amarração usamos tijolos com canaletas por onde passarão as barras de ferro (COSTA, 2020).

2.4 PROCESSO DE INSTALAÇÃO DO TIJOLO CERÂMICO

O assentamento da primeira fiada deve, portanto, ser realizado com todo o cuidado, utilizando-se equipamentos de precisão como teodolito ou nível lazer, trena metálica, prumo de face, régua de alumínio conforme a Figura 5, esquadros de braços longos, prumo de face / réguas com bolhas de nível nas duas direções, etc. Antes do assentamento da primeira fiada devem ser rigorosamente conferidas a presença e o posicionamento de eletrodutos, caixas de passagem, tubos de água, arranques de pilaretes grauteados e outros. No caso de pilaretes grauteados, deve ser assentado na correspondente posição bloco com abertura de janela, possibilitando a posterior limpeza do furo e verificação do completo preenchimento do furo pelo lançamento do graute.

Figura 5: Assentamento da primeira fiada



Fonte: Garcia Engenharia Soluções (2013)

No máximo a cada duas ou três fiadas recomenda-se verificar o nivelamento e o prumo da parede, utilizando-se prumo de face, régua e nível de bolha; tais verificações, além da conferência da cota, devem ser procedidas com mais cuidado ainda na fiada que ficará imediatamente abaixo dos vãos de janela. O alinhamento e o prumo devem também ser verificados com o máximo cuidado nas laterais dos vãos de portas e janelas.

A elevação das alvenarias só deve ser realizada após conveniente cura do concreto da estrutura, recomendando-se para tanto o período mínimo de 28 dias. Em atendimento a esse prazo, e considerando os ciclos usuais de concretagem de 7 dias NBR 8545 (ABNT, 1984).

2.5 COMPARATIVO ENTRE O BLOCO CONVENCIONAL E O TIJOLO SOLO-CIMENTO

2.5.1 Comparativos de preços e quantitativo

O preço dado como referência entre os diversos materiais e mão de obra deve ser de cunho regional baseado no preço médio entre os fornecedores da cidade. O tijolo solo-cimento tem as dimensões de 25x12,5x7,5 cm e o modelo é produzido numa fábrica localizada no município e de procedência confirmada por profissionais, já o bloco cerâmico convencional analisado é o modelo com 8 furos de dimensões 19x19x9 cm, fabricado também na zona industrial do município de Pirenópolis Goiás (LEKODESIGNER,2020).

O quantitativo de materiais segundo (MASDER, 2001) é baseado por metro quadrado de alvenaria, onde se foi calculado a quantidade de materiais (ARAUJO, 2001) para cada etapa da execução excluindo a fase de acabamento, pois excepcionalmente essa etapa abre uma infinidade de opções onde fica a critério do responsável pela obra.

2.5.2 Vantagens e desvantagens do Tijolo Solo-Cimento

O SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) descreve que as vantagens do tijolo de solo-cimento vão além das ambientais, servindo também para a economia no processo construtivo e conforto, estética com “estudos realizados em todo o Brasil, tijolos ecológicos trazem para a obra de 20 até 40% de economia com relação à construção convencional” (SEBRAE,2013).

O design especial dos tijolos ecológicos possibilita passar tubulações hidráulicas e elétricas no meio da obra, logo com a parede sendo montada; sendo assim, não existe isso de quebrar parede para fazer mais obra depois; também podem ser facilmente encaixados uns nos outros, gerando economia com argamassa e outros produtos ligantes. Isso também significa obras mais limpas e com menos sobras e desperdícios; podem receber qualquer tipo de acabamento ou revestimento; os fabricantes também produzem meio bloco do tijolo, então não se torna necessário perder tempo cortando tijolos para encaixes em cantinhos no meio da obra; apresentam excelente isolamento térmico (SANTOS,2009).

Exige mão-de-obra qualificada por exigir assentamento especial. Não necessariamente é um ponto negativo, e sim limitador O uso do solo de forma indiscriminada, podendo gerar erosão (MOTTA et al., 2014, p. 20); Erro de dosagem, podendo gerar patologias na Absorve muita umidade, portanto exige cuidados com impermeabilização após a aplicação São materiais com baixa resistência a impactos em cantos ou esquinas de obras, de modo a comprometer a estrutura São tijolos de maior espessura, então podem comprometer espaços internos de uma casa se não for planejado (KLEINDIENST, 2016).

A escassez de mão de obra especializada nesse tipo de construção gera transtorno, além de descartar as principais vantagens desse material, como redução de entulho, economia e durabilidade, colocando uma dúvida se é viável ou não usufruir desse tipo de construção ecológica (BAUER, 1995).

A falta de profissionais que elaboram projetos se mostra também em falta, pois nesse tipo de construção é necessária certa facilidade ou “experiência” pois construção com tijolo ecológico não tolera alterações em sua estrutura depois de pronta, como ampliações, aberturas ou vãos. Por isso mesmo é indispensável que todos. Faz-se necessário que todos os aspectos da edificação sejam muito bem avaliados antes da construção contando desde o princípio com o projeto de iluminação, água e esgoto, bem como o local exato de portas, janelas e outras aberturas não podendo ter mudanças após a casa pronta.

3 METODOLOGIA

3.1 COMPARATIVO DE CUSTOS

No presente trabalho usamos o método de comparação de custos analisando somente a alvenaria propriamente dita, levando em consideração apenas os blocos amarrados em meia vez e o revestimento que os compõe, desconsiderando a estrutura na qual a alvenaria com bloco convencional está submetida, e a análise de custos foi feita com embasamento na tabela do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) como referência para custos de da edificação, os insumos que não se encontram no objeto de pesquisa diretriz foram cotados a partir dos valores médios dos fornecedores locais da região de Pirenópolis-GO, esse estudo apresenta uma base de custos para cada processo, tanto para o tijolo solo-cimento quanto para o bloco cerâmico (SINAPI, 2022).

Figura 06: Construção em tijolo solo-cimento em fase final de construção



Fonte: Autores (2022)

O SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) é um banco de dados atualizado mensalmente com preços dos principais serviços, insumos e composições utilizados na construção civil (IBGE, 2022).

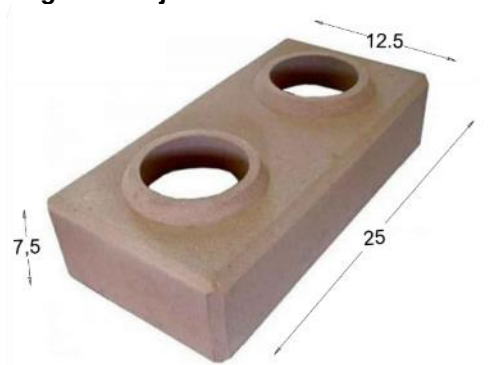
Os responsáveis pelo sistema são o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas) que coleta os preços através de pesquisa de mercado e a Caixa Econômica Federal que processa os dados técnicos de engenharia e publica os relatórios de custos.

Os preços das tabelas SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) são amplamente conhecidos e utilizados, especialmente para obras do setor público e abrangem diferentes tipos de obras, como exemplo, edificações, pavimentação urbana e saneamento básico.

Na análise comparativa o tijolo ecológico tem as dimensões de 25x12,5x7,5cm (Figura 1), e o bloco cerâmico 19x19x9 cm (Figura 8), e a Tabela 02 apresenta os materiais que são utilizados na execução de ambas as alvenarias, baseando-se nas dimensões dos tijolos por metro quadrado obteve-se os resultados dos custos de cada composição

necessária para realização do objeto em estudo que apresenta-se como a alvenaria de vedação.

Figura 7: Tijolo modular solo-cimento



Fonte: Alroma (2019)

Figura 8: Bloco cerâmico com 8 furos

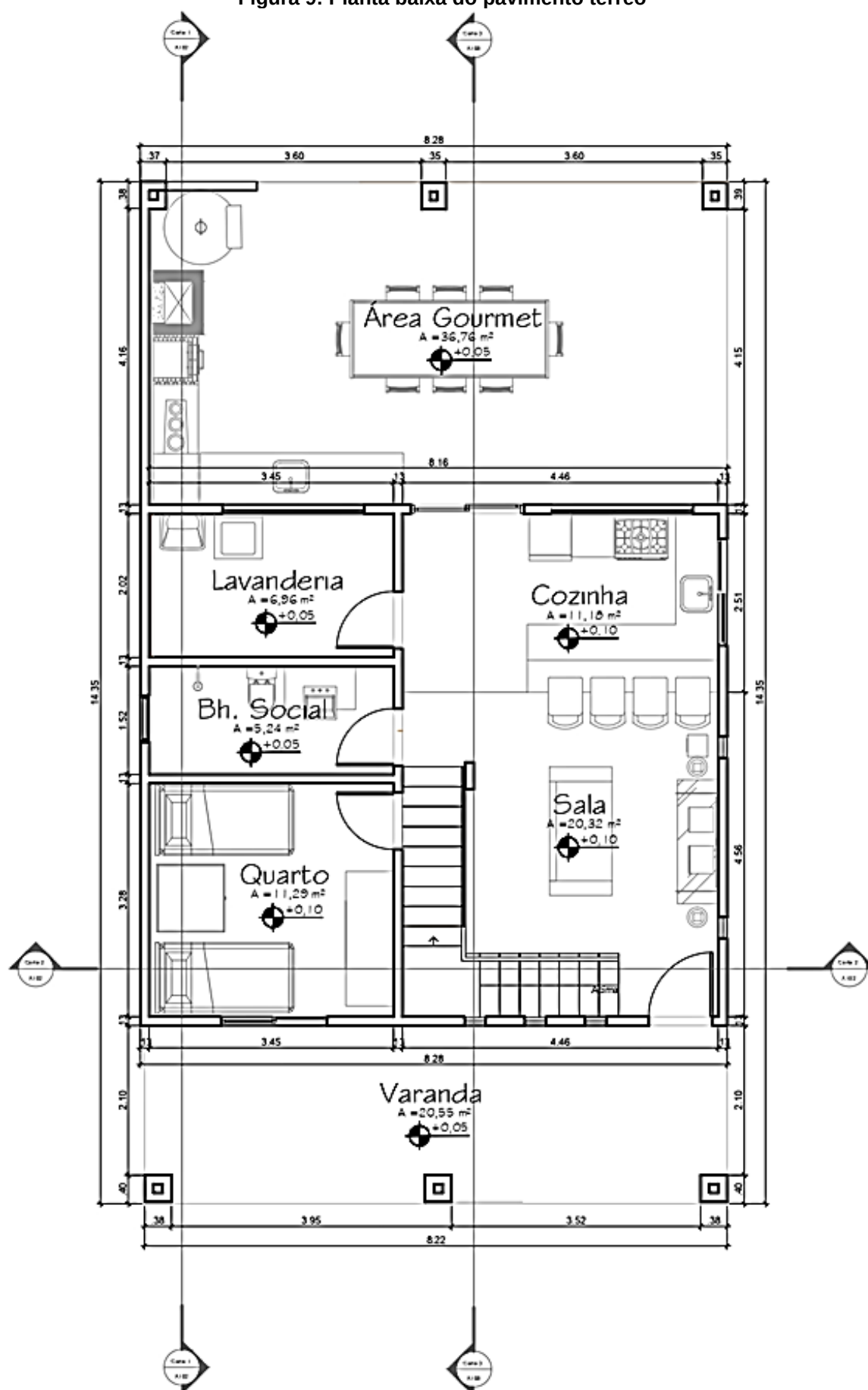


Fonte: Cerâmica Lideral (2015)

3.2 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

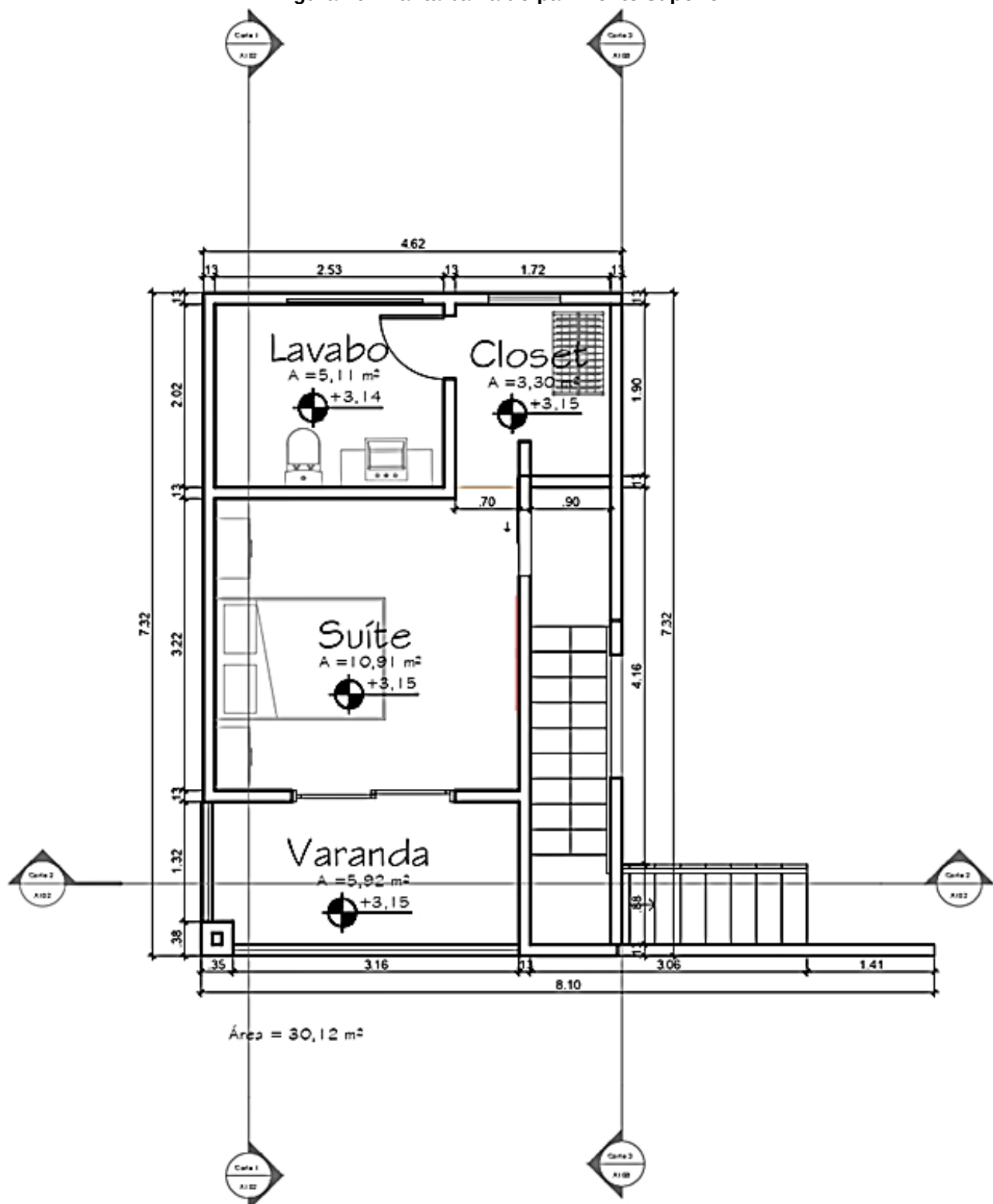
A edificação que foi analisada trata-se de uma casa residencial de dois pavimentos com altura de 6,70 m, área de 118,71 m² conforme a Figura 9 no pavimento inferior e 30,12 m² conforme a figura 10 no pavimento superior perfazendo um total de 148,83 m² de área construída, pé direito de 2,95 m no pavimento inferior e o pé direito do pavimento superior com a altura de 2,50 m conforme a Figura 11 o que corresponde a 193,17 m² de paredes, com telhado aparente utilizando telha cerâmica com inclinação de 30% , esquadrias de madeira e madeira-vidro, locados num terreno de 372,14 m² em Pirenópolis-GO no ano de 2021, utilizando o método construtivo sustentável com tijolo modular solo-cimento, e o mesmo foi produzido no distrito da cidade de Pirenópolis-GO e foram criadas as seguintes plantas das Figuras 9 a 11.

Figura 9: Planta baixa do pavimento térreo



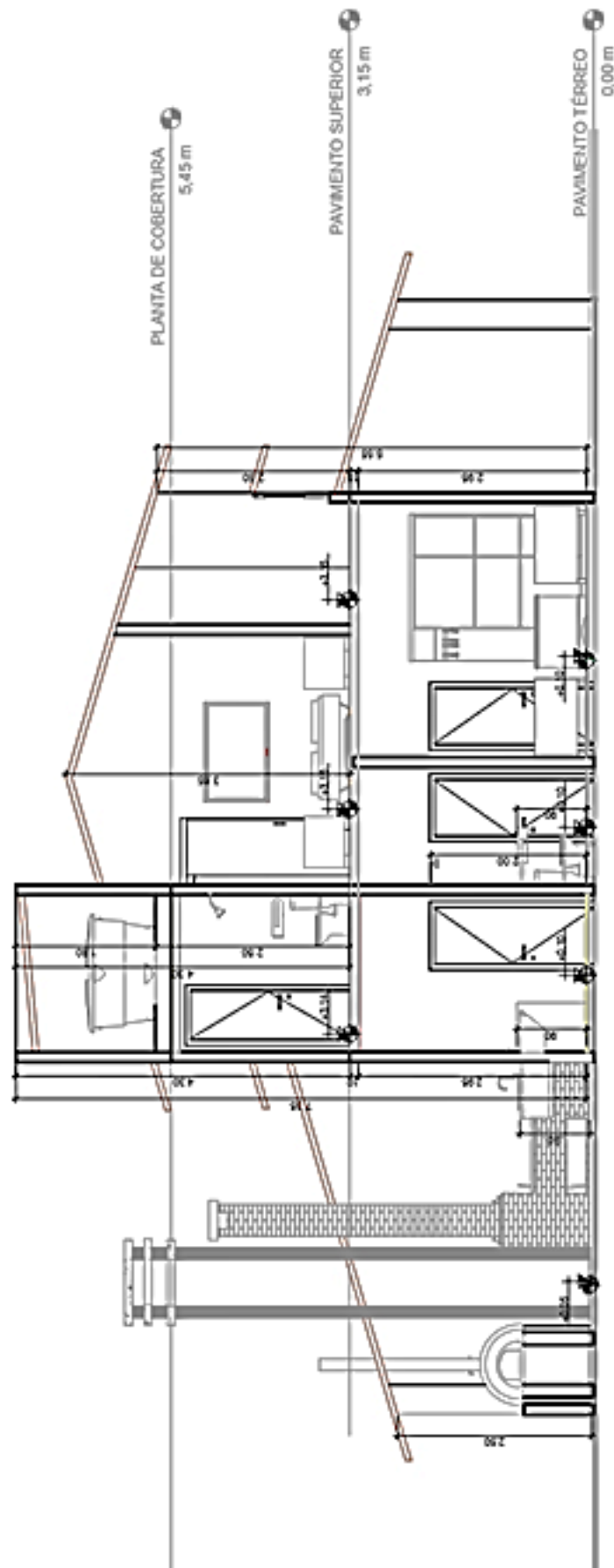
Fonte: Autores (2022)

Figura 10: Planta baixa do pavimento superior



Fonte: Autores (2022)

Figura 11: Planta de corte 01



Fonte: Autores (2022)

Figura 12: Construção em tijolo solo-cimento em fase final de construção



Fonte: Autores (2022)

A residência contém 11 cômodos e as Figuras a seguir detalham a distribuição dos mesmos, o detalhamento das áreas estão dotadas na Tabela 01.

Tabela 01 - Áreas da casa por ambiente

TABELA 01		
Ambientes	Área (m²)	Perímetro (m)
Área Gourmet	36,76	24,89
Lavanderia	6,96	10,93
Cozinha	11,18	13,94
Banheiro Social	5,24	9,93
Quarto	11,29	13,44
Sala	20,32	18,03
Varanda 01	20,55	21,56
Lavabo	5,11	9,10
Closet	3,30	7,47
Suíte	10,91	16,10
Varanda 02	5,92	9,92

Fonte: Autores (2022)

3.2.1 Alvenaria em bloco cerâmico

Para a realização do quantitativo de materiais utilizados na alvenaria em bloco cerâmico foram considerados os seguintes dados na tabela a seguir:

Tabela 02 – Quantitativo de materiais da alvenaria convencional

ITEM	CÓD. DO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1.0		ALVENARIA	m ²			15.951,98
1.1	103328	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm ² (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m ² sem vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m ²	193,17	82,58	15.951,98
2.0		REVESTIMENTOS	m ²			24.632,14
2.1	87871	Chapisco aplicado somente em estruturas de concreto em alvenarias internas, com desempenadeira dentada. Argamassa industrializada com preparo manual	m ²	386,34	13,47	5.203,10
2.2	87547	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400l, aplicada manualmente em faces internas de paredes. Espessura de 10mm com execução de taliscas	m ²	386,34	23,01	8.889,68
2.3	88485	Aplicação de fundo selador acrílico em paredes, uma demão	m ²	386,34	2,94	1.135,84
2.4	88495	Aplicação de lixamento de massa látex em paredes, uma demão	m ²	386,34	10,32	3.987,03
2.5	88489	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos	m ²	386,34	14,02	5.416,49
3.0		Total geral				40.584,12

Fonte: Autores (2022)

3.2.2 Alvenaria em tijolo ecológico

Na realização do quantitativo de materiais utilizados na alvenaria em tijolo solo-cimento foram considerados os seguintes dados, na tabela a seguir:

Tabela 03 – Quantitativo de preços da alvenaria em Tijolo Ecológico

ITEM	CÓD. DO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	CUSTO TOTAL (R\$)
1.0		ALVENARIA	m ²			
1.1	Mercado	Alvenaria de tijolo solo-cimento (12,5x25x7,5 CM)	m ²	193,17	148,63	28.718,86
2.0		REVESTIMENTOS	m ²			
2.1	88486	Aplicação manual de resina em paredes, duas demãos	m ²	386,34	14,02	5.416,48
3.0		TOTAL GERAL	m ²			34.135,34

Fonte: Autores (2022)

O tijolo solo-cimento de dimensões (12,5x25x7,5cm) é um material considerado novo no mercado, em vista disso ele não foi ainda inserido na tabela de referência do SINAPI, e então foi feita uma pesquisa com fornecedores regionais onde a base de pesquisa foi o menor preço dentre os que fornecem em Pirenópolis e região, desconsiderando o frete que é uma variável pela oscilação constante do preço dos combustíveis.

O estudo aborda cada insumo utilizado na execução da alvenaria de solo-cimento, os preços unitários e a quantidade de mão de obra necessária na produção da alvenaria, e os dados cotados se encontram na tabela 04.

Tabela 04 – Quantitativo de preços do Tijolo Ecológico

TABELA 02				
INSUMOS				
DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTD (M²)	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL (R\$)
Tijolo Solo - Cimento	unidade	60	1,29	77,4
Argamassa	kg	1,2	0,6	0,72
Cimento	kg	13,48	1,7	22,92
Areia	m³	0,0035	188	0,66
Pedrisco nº 0	m³	0,0035	170,09	0,59
Barra de Aço CA-50 8mm	kg	0,42	9,75	4,09
Resina Acrílica Incolor	l	0,125	24	3
MÃO DE OBRA				
Pedreiro	h	1,2	20	24
Servente	h	1,22	12,5	15,25
PREÇO TOTAL ALVENARIA EM TIJOLO SOLO-CIMENTO				148,63

Fonte: Autores (2022)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fazendo uma análise do estudo de caso e comparando os valores finais das duas Planilhas de custos conclui-se que o custo da obra com tijolos modulares de solo-cimento teve uma redução de 14,49% uma economia total de R\$ 6.445,78 comparado com o tijolo cerâmico e observa-se que o emprego do tijolo ecológico de solo-cimento foi uma alternativa viável economicamente no que se refere a execução dessa residência.

O maior peso no custo da utilização desse modelo construtivo é a não utilização de revestimento argamassado tanto na face externa quanto na face interna da alvenaria conforme é apresentado na figura 12.

As desvantagens segundo Ribeiro (2013) são: Falta de um refinamento normativo sobre o tijolo de solo-cimento o que pode ocasionar patologias em construções que o utilizam, alta mão de obra qualificada para execução do processo construtivo com esse tipo de alvenaria, não poder ser fabricado em locais úmidos, necessita de análises em laboratório, além da variação da composição do solo e a presença de substâncias como o húmus, cloretos e sulfatos no solo que podem inviabilizar o solo (RIBEIRO, 2013)

Os métodos construtivos se diferem, pois, a alvenaria em tijolo solo-cimento se comporta como alvenaria estrutural, já na alvenaria em tijolo cerâmico a funcionalidade primordial é a vedação, nesse estudo a análise foi em m² (metros quadrados) e nesse sentido a comparação foi proporcional se referindo à unidade de medida.

Por fim, conclui-se que a alvenaria em solo-cimento é uma ótima alternativa para se construir, visto que a mesma produz um impacto ambiental positivo, por não utilizar do processo de queima na produção dos blocos, uma das principais preocupações da OMS (Organização Mundial da Saúde) pois a alta concentração de dióxido de carbono leva à poluição do ar, formação de chuva ácida e desequilíbrio do efeito estufa, com consequente elevação da temperatura da Terra, que traz consigo os efeitos das mudanças climáticas.

Se tratando de impactos ambientais positivos a execução da alvenaria de solo-cimento se destaca também pela baixa produção de resíduos o que hoje no Brasil é um problema, pois em uma grande maioria das obras, os resíduos produzidos, não tem o destino correto.

Assim, conclui-se que o tijolo de solo-cimento é uma excelente opção de construção sustentável, gera benefícios econômicos e que pode ser utilizado como solução aos diversos impactos ambientais que a construção civil gera ao ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Tijolo de Solo-Cimento – Requisitos** Classificação, NBR 8491. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Versão Corrigida: 2013 - Fabricações de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica- Método de ensaio.** Classificação, NBR 10833. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Tijolo de Solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de Ensaio;** Classificação, NBR 8492. Rio de Janeiro, 2012.

ADNORMAS; **Os ensaios em Tijolos de Solo-Cimento 2019.** Disponível em: <<https://www.revistaadnormas.com.br/2019/09/17/os-ensaios-em-tijolos-de-solo-cimento/>>.

ANGST, Eliana Reis. **Análise comparativa entre tijolos cerâmicos e tijolos de solo-cimento.** 2013. 87 f. TCC - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013.

ARAÚJO, L. O. C; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores** (2001).
<https://periodicos.furg.br/article/download>

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção: O uso do solo-cimento na construção civil**, por Prof. Moema Ribas Silva, págs. 688 a 703, 1995.

BERALDO, Antonio Ludovico (Coord.); FREIRE, Wesley Jorge. **Tecnologia e materiais alternativos de construção**. Campinas, SP: UNICAMP, 2003.

CAMPOS, I,M 2019 – **Procedimentos e Cuidados na Execução de Alvenaria** – IBDA – 2019 - <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=119>

CARVALHO, A. R. O.; POROCA, J. S. **Como fazer e usar tijolos prensados de solo estabilizado**. Brasília: IBICT, 1995.

COSTA, Daniela Vasconcellos Zuquim, FREITAS, Ana Paula de, JESUS, Marina Paschoalino, SILVA, Débora Cristina, SILVA, Juliana Patrícia Oliveira. **Descrição do processo produtivo do tijolo ecológico modular a partir da reutilização de resíduos sólidos da construção civil**. Minas Gerais, MG, 2011. Disponível em: < goo.gl/Wgk3mY >. Acesso em: 10 de nov. de 2020.

IBGE, 2022 **Estatísticas econômicas do sistema nacional de pesquisa e custos**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=destaques>

JOHN, V. M.; **A Construção, o Meio Ambiente e a Reciclagem**. [S1], 2004.

KLEINDIENST, Elisabeth. **Você conhece o Tijolo Ecológico?** São Paulo, jul. 2016. Disponível em: < <http://arquiteturaek.com.br/voce-conhece-o-tijolo-ecologico/> >. Acesso em: 06 set. 2020.

LEKODESIGNER, 2020 – **Linha tijoleko - tijolos ecológicos, 2020** – Site indústria <https://www.lekodesign.com/tijolos-ecologicos>

MARDER, S. T. **A produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria no município de Ijuí**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2001.

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, Minas Gerais, 2014.

NBR 8545:1984 - **Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos**.

PAIVA, M. F.: **Os ensaios em blocos cerâmicos** | Analytica 93 , Editora Analytica - 2018 <https://revistaanalytica.com.br/os-ensaios-em-blocos-ceramicos-analytica-93/>

RIBEIRO, Lincoln Ronyere Cavalcante. **Processo de produção e viabilidade do tijolo modular de solo-cimento na construção civil no estado do RN. 2013.** 48 f. Monografia - Curso de Curso de Ciência e Tecnologia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2013.

SANTOS A. F. R., Baumgart, L. N., Woiciokoski M., Tabarelli Jr. O., Jatzak S., Nicoletti V.. **Utilização de resíduos da construção civil em tijolos ecológicos.** Trabalho Interdisciplinar, Administração da Produção II. Associação do Vale do Itajaí Mirim, 2009.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) 2017. **Como montar uma fábrica de tijolos ecológicos.**

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) 2022 – **Insumos e mão de obra para execução da alvenaria.** Disponível em:<<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/>>