

N. CLASS. 1071.2
CUTTER M538a
ANO/EDIÇÃO 2015



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS / MG

ENGENHARIA CIVIL

RAFAEL JÚNIO SILVA MENDES

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO EMPREGO DE ALVENARIA DE
SOLO-CIMENTO NA EXECUÇÃO DE UM CONJUNTO HABITACIONAL
POPULAR

Varginha/MG
2015

Grupo Educacional UNIS

RAFAEL JUNIO SILVA MENDES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO EMPREGO DE ALVENARIA DE
SOLO-CIMENTO NA EXECUÇÃO DE UM CONJUNTO HABITACIONAL
POPULAR**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção dos créditos da disciplina TCC II, 10º período do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG sob orientação do Prof. Armando Belato.

**Varginha/MG
2015**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, que me deu saúde e luz, para que eu pudesse concluir mais uma etapa na minha vida;

À minha mãe, Maria das Dores Silva que independente de sua ausência, olhava por mim e me conduzia pelos caminhos bons da vida, mostrando que mesmo sem o seu auxílio, fez seu filho um batalhador;

Ao meu pai, João Reginaldo Mendes, pelas palavras de incentivo e companheirismo;

Aos meus amigos que viveram comigo os momentos alegres e tristes ao longo desses anos;

Ao Professor Armando Belato Pereira, pelas orientações assumidas deste TCC de uma forma simples, prática e objetiva com grande valor científico.

RESUMO

Este estudo faz uma análise da viabilidade econômica do uso de alvenaria de solo-cimento na execução de um conjunto habitacional popular. Tal abordagem se justifica, pela ampla incidência atual do assunto, visto que a utilização deste tipo de alvenaria, é capaz de diminuir os custos de uma obra e além disso, gera menor impacto ambiental, já que sua fabricação não utiliza queima e seus resíduos serem mínimos. O trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade na implantação do tijolo ecológico em um Conjunto Habitacional de 316 moradias, localizado na cidade de Três Pontas-MG. Este intento será conseguido mediante estudo de caso, com abordagem quantitativa, onde se verifica tudo que pode ser mensurado em números, classificados e analisados, utilizando-se de técnicas estatísticas. A pesquisa demonstrou que o tijolo de Solo-Cimento é uma opção viável para suprir as necessidades de insumos na construção civil, uma vez que possui fácil processo de fabricação, favorecendo a redução de custos no final do processo de construção e diminuindo o prazo de finalização do empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Tijolo ecológico. Solo-Cimento. Construção Civil.

ABSTRACT

This study analyzes the economic viability of soil-cement masonry use in running a popular housing estate. Such an approach is justified by the large current incidence of the subject, since the use of this type of masonry, can reduce the costs of a work and furthermore, generates less environmental impact since its manufacture uses does not burn and their waste is minimum. The work has as main objective to analyze the feasibility of the implementation of the ecological brick in a housing complex of 316 villas, located in the city of Três Pontas-MG. This purpose is achieved by a case study with a quantitative approach, where there is everything that can be measured in numbers, classified and analyzed using statistical techniques. Research has shown that the brick Soil-Cement is a viable option to meet the input requirements in construction, since it has easy manufacturing process to help reduce costs at the end of the construction process and reducing the time limit for completion the enterprise.

KEYWORDS: *Ecological Brick. Soil-Cement. Construction.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MATÉRIA-PRIMA DA FABRICAÇÃO -.....	18
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE FABRICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO.....	19
FIGURA 3 - ESQUEMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO BLOCO SOLO-CIMENTO.	23
FIGURA 4 - PULVERIZADOR DE SOLO.....	24
FIGURA 5 - PENEIRADOR ELÉTRICO.....	25
FIGURA 6 - MODELO DE PRENSA PERMAQ.....	25
FIGURA 7 - PRENSA HIDRÁULICA.....	25
FIGURA 8 - TIJOLO DE SOLO-CIMENTO TIPO CANALETA PARA A EXECUÇÃO DE VERGAS E CINTAS DE AMARRAÇÃO.	26
FIGURA 9 - VISTA AÉREA DO CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM DAS ESMERALDAS EM TRÊS PONTAS/MG.....	11

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DO SOLO PARA PRODUÇÃO DO SOLO-CIMENTO	20
TABELA 2 - TIPOS E DIMENSÕES DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO PRODUZIDOS NO BRASIL	26
TABELA 3 - CONSUMO E CUSTO DA ALVENARIA CONVENCIONAL EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL JARDIM DAS ESMERALDAS	31
TABELA 4 - PLANILHA DE ENCARGOS SOCIAIS SOBRE A MÃO DE OBRA	31
TABELA 5 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DO HOMEM HORA – FUNÇÃO : OFICIAL	32
TABELA 6 – PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DO HOMEM HORA - FUNÇÃO: AJUDANTE	32
TABELA 7 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO-ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICOS 9X19X19CM.....	33
TABELA 8 – PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - REVESTIMENTO CHAPISCO.....	34
TABELA 9 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - REVESTIMENTO REBOCO	34
TABELA 10 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - PINTURA INTERNA	35
TABELA 11 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - PINTURA EXTERNA.....	35
TABELA 12 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO 6,5X12X5X25CM.	36
TABELA 14 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - EMBOÇO NAS ÁREAS MOLHADAS - COZINHA E BANHEIRO.	37
TABELA 15 - PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO - PINTURA HIDROFUGANTE	38
TABELA 16 - PLANILHA DE CUSTO FINAL - MÃO DE OBRA + MATERIAL.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Geral	10
2.2 Específicos	10
3 JUSTIFICATIVA.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	13
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
5.1 Sustentabilidade na Construção Civil	15
5.2 Alvenaria de solo-cimento: Descrição geral	16
5.3 Composição do Solo-cimento	17
5.3.1 O solo	19
5.3.2 Cimento	21
5.3.3 Água	22
5.4 Fabricação do Solo-cimento.....	22
5.5 Equipamentos utilizados no processo de fabricação	24
5.6 Tipos de tijolos solo-cimento.....	26
5.7 Viabilidade do uso de tijolo solo-cimento	27
6 ESTUDO DE CASO	30
6.1 Local.....	30
6.2 Levantamento de dados quantitativos	30
6.3 Análise dos resultados	39
7 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS	42
ANEXO A – Mapeamento do Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas.....	44
ANEXO B – Projeto Arquitetônico.....	45
ANEXO C – Orçamento discriminativo da Caixa Econômica Federal data base outubro de 2013.	46

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e o crescimento da população nos centros urbanos, ocorreu, paralelamente, um aumento crescente da quantidade e diversidade de poluentes ambientais e, conseqüentemente, um comprometimento contínuo da qualidade de vida dos seres vivos no meio ambiente. Surgiu, então, a necessidade de consolidar novos modelos de desenvolvimento, buscando a sustentabilidade através de alternativas de utilização dos recursos existentes, orientadas por uma racionalidade ambiental, visando à preservação dos recursos naturais Karpinsk (2009).

A cadeia produtiva da Construção Civil é responsável pela transformação do ambiente natural no ambiente construído, que precisa ser permanentemente atualizado e mantido. Todas as atividades humanas dependem de um ambiente construído, cujo tamanho é dado pela escala humana e pelo planeta e não pode ser miniaturizado, embora em muitos casos esteja sendo diminuída a quantidade de espaço disponível, para alguns extratos da população. O tamanho planetário do ambiente construído implica grandes impactos ambientais, incluindo o uso de uma grande quantidade de materiais de construção, mão de obra, água, energia e geração de resíduos.

A análise ambiental em estudo mostra no setor cerâmico convencional, a utilização dos blocos tradicionais, que na sua fabricação causa uma grande preocupação com o alto potencial de poluição, queima de biomassa ou combustíveis fósseis e degradação dos recursos naturais. A legislação ambiental no setor exige documentação para liberar a instalação, operação e extração de argila, onde inclusive as normas deverão ser conhecidas e seguidas.

Com o embasamento nas condições acima mencionadas, e na diretriz de suprir as necessidades da geração presente sem afetar a desenvoltura das gerações futuras de suprir as suas, é que ocorre a escolha do enfoque principal do presente estudo, ou seja, referente ao uso do bloco solo-cimento, o qual, diferentemente dos blocos tradicionais, entre outros aspectos que serão posteriormente citados, dispensa a queima na sua produção.

A alvenaria com tijolo solo-cimento caracteriza-se por apresentar um sistema econômico e facilitado de construção. Tem-se conhecimento que ao longo dos anos caiu em desuso, e após estudos relacionados à construção civil, retornou como uma nova tecnologia, capaz de aperfeiçoar os processos construtivos e se ajustar às construções sustentáveis, tão em voga atualmente.

Na primeira etapa, dividiu-se o referencial teórico em 6 áreas de estudo principais: Sustentabilidade na construção civil, a descrição geral da Alvenaria de solo-cimento, a

composição do Solo-cimento, a fabricação do Solo-cimento, os tipos de tijolos solo-cimento e a viabilidade do uso de tijolo solo-cimento.

O primeiro tópico abrange de maneira sucinta a sustentabilidade na construção civil sendo esta uma crescente tendência no mercado. O segundo tópico descreve de maneira geral a alvenaria de cimento solo, enquanto o terceiro mostra a composição da alvenaria de cimento solo. O quarto tópico mostra os mecanismo de fabricação do solo cimento, ao mesmo tempo em que o quinto tópico traz os tipos de tijolos solo-cimento que são produzidos no mercado. O último tópico visa demonstrar a viabilidade da utilização do tijolo solo-cimento.

A segunda etapa, o estudo de caso é realizado a partir do estudo dos dados da construção de um conjunto habitacional do programa “Minha casa, minha vida” do Governo Federal. O conjunto foi escolhido por se tratar de programa social, que visa construir casas populares e, como tal, precisam ser econômicas e sustentáveis. O conjunto habitacional fica no Loteamento Jardim das Esmeraldas em Três Pontas, sul de Minas Gerais.

O conjunto possui 316 casas, cada uma com 43,07 metros quadrados. Também possui iluminação pública, água, esgoto, pavimentação, passeio em concreto, meio fio com sarjeta e arborização.

O estudo de caso também será subdividido em etapas. Na primeira, será feito uma análise do custo com a alvenaria convencional, assim como a alvenaria solo-cimento. Na segunda estes custos serão colocados em planilhas para a verificação da viabilidade da utilização do solo-cimento.

O presente trabalho pretende em analisar a viabilidade econômica e ambiental da construção de Alvenaria com tijolo Ecológico, devido ao fato que se extrai pequena quantidade de argila em sua fabricação e não precisar ir ao forno, assim reduzindo os impactos ambientais que a Alvenaria Convencional causa ao meio ambiente, minimizando os custos operacionais e tempo de construção em obra de caráter habitacional de grande escala.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica na implantação do tijolo ecológico em um Conjunto Habitacional de 316 moradias localizado na cidade de Três Pontas-MG.

2.2 Específicos

Para obter o objetivo geral desta pesquisa têm-se como objetivos específicos:

- a) Realizar um estudo sobre as propriedades e características do tijolo solo-cimento;
- b) Listar dados de viabilidade do tijolo Ecológico;
- c) Verificar a viabilidade econômica da utilização da alvenaria solo-cimento e alvenaria convencional em um conjunto habitacional.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo o site da Caixa Econômica Federal o Programa Minha Casa, Minha Vida – Entidades, foi criado em 2009, com o objetivo de tornar a moradia acessível às famílias organizadas por meio de cooperativas habitacionais, associações e demais entidades privadas sem fins lucrativos. O programa, ligado à Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades é dirigido a famílias de renda familiar mensal bruta de até R\$ 1.600,00 e estimula o cooperativismo e a participação da população como protagonista na solução dos seus problemas habitacionais.

O governo federal anunciou a terceira fase, sendo anunciada oficialmente com exigências e preços diferentes, confirmou a secretária nacional de Habitação do Ministério das Cidades, Inês Magalhães, em evento em São Paulo. Ela ainda reforçou que a nova etapa vai contar com o lançamento de três milhões de unidades até 2019, e garantiu que o governo vai focar seus esforços para atender a essa meta.



Figura 1 - Vista aérea do Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas em Três Pontas/MG
Fonte: Elaborada pelo autor, 2015.

A construção civil preocupa com o assunto relacionado ao desenvolvimento sustentável, já que muitas das matérias primas utilizadas são escassas e alguns dos seus processos causam poluição. Por vários motivos existe um crescente interesse por novas

técnicas de construção, devido a falta de matérias primas e a grande busca por menores custos e principalmente pela elevada cobrança da população mundial por fontes renováveis, responsabilidade social e ambiental.

A criação de medidas e produtos que não causam grandes impactos ambientais pode colaborar consideravelmente com a era da sustentabilidade, em busca de um aperfeiçoamento contínuo do desempenho dos materiais e processos.

O tijolo solo-cimento, também denominado “tijolo ecológico”, se enquadra nos padrões ambientais, devido ao seu processo de fabricação, o qual não utiliza emissões de gases poluentes à atmosfera, visto que atualmente, a preocupação com os fatores ambientais é algo de maior importância. Além disso, a matéria prima empregada na sua fabricação, terra, água e cimento são itens facilmente encontrados na natureza.

Portanto o presente estudo busca uma alternativa para a habitação popular em grande escala que ofereça vantagens em termos de prazos, custos, qualidade, além de proteger o meio ambiente. A alvenaria de blocos de solo-cimento, em função da agilidade de execução e otimização de mão-de-obra pode vir a ser um dos sistemas mais viáveis para este segmento da construção civil.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem quantitativa preocupa-se com quantificação de dados, utilizando para isto recursos e técnicas estatísticas. (OLIVEIRA, 1999).

Para este tipo de pesquisa interessam os dados quantitativos. Por isso, os dados coletados podem e devem ser quantificados. Busca-se trabalhar com amostras grandes, uma vez que os resultados obtidos de tais amostras vão representar a realidade referente à determinada população em estudo.

Para verificar a viabilidade econômica na implantação do tijolo solo-cimento em um Conjunto Habitacional localizado na cidade de Três Pontas - MG será realizada uma pesquisa por meio do estudo de caso.

Contudo, inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, sobre o tema, onde foi apresentada uma descrição geral sobre o tijolo solo-cimento, assim como sua composição, fabricação, e os tipos de tijolos que são produzidos no Brasil bem como a viabilidade da utilização dos mesmos. Somente posteriormente, foi realizado estudo de caso, pelo qual se procurou mostrar a viabilidade da utilização da alvenaria solo-cimento no lugar da alvenaria convencional em residências populares.

Segundo Yin (2005), o estudo de caso trata-se de uma forma de se fazer pesquisa investigativa de fenômenos atuais dentro de seu contexto real, em ocasiões em que as alcances entre o fenômeno e o contexto não estão declaradamente constituídos.

De acordo com Gil (1991), o estudo de caso é trajado pelo estudo exaustivo e em profundidade de poucos objetos, de forma a consentir informação ampla e específica do mesmo; tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos considerados.

O local do experimento é o Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas, na Avenida Barão da Boa Esperança, em Três Pontas. O mapa do loteamento e disposição das construções pode ser visto no Anexo A. Cada uma das casas já possui um projeto arquitetônico específico mostrado nos Anexos B e C.

Serão construídas planilhas orçamentárias, comparando custos da alvenaria solo-cimento com a convencional. Como parâmetro de comparação este trabalho utiliza apenas as etapas de fechamento, revestimento e pintura, que juntas são responsáveis por mais de 44% do valor do imóvel, pois são estas as etapas mais relevantes e que consomem mais material, tempo e conseqüentemente dinheiro de uma construção habitacional.

Para elaboração das tabelas com os quantitativos de insumos e mão-de-obra foram utilizadas a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), a SINAPI da Caixa

Econômica Federal, além da realização de coleta de valores em diversos estabelecimentos de comércio de materiais de construção e de empresas da região, em torno da cidade de Três Pontas/MG e Varginha/MG, dentre os meses de outubro e novembro de 2015.

A constituição do custo (mão de obra + material) da Alvenaria Convencional de Bloco Cerâmico 9x19x19cm + revestimento + pintura empregado no empreendimento em estudo apresenta relação ao orçamento discriminativo da Caixa Econômica Federal data base outubro de 2013 Anexo – C.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Sustentabilidade na Construção Civil

O conceito de sustentabilidade é derivado do debate sobre o desenvolvimento sustentável, cujo marco inicial é a primeira Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment*), realizada em 1972 em Estocolmo. A definição de desenvolvimento sustentável refere-se ao modo de desenvolvimento que tem como objetivo o alcance da sustentabilidade, tratando-se do processo de manutenção do equilíbrio entre a capacidade do ambiente e as demandas por igualdade, prosperidade e qualidade de vida da população humana (CIB, 2002).

O conceito mais utilizado foi cunhado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Comissão Brundtland: “Desenvolvimento sustentável é o tipo de desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades”.

Desta forma, a sustentabilidade busca integrar aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana com a preocupação principal de preservá-los, para que os limites do planeta e a habilidade e a capacidade das gerações futuras não sejam envolvidas.

O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) descreve a construção sustentável como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8).

Segundo CIC (2002) a incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado, visto que os agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades, para tal o setor da construção precisa se engajar cada vez mais, devendo mudar sua forma de produzir e gerir suas obras, buscando soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento.

5.2 Alvenaria de solo-cimento: Descrição geral

As primeiras pesquisas registradas sobre a utilização do solo-cimento são datadas de 1935, feitas junto a PCA (Portland Cement Association), entretanto, nos Estados Unidos, desde o início do século XX, o solo-cimento apresenta grande utilização no ramo de construção civil, sem uma pesquisa mais detalhada sobre a utilização deste material, até então.

No Brasil, a partir de 1960, o solo-cimento passa a ser estudado com mais abrangência, iniciando uma grande quantidade de pesquisas e estudos científicos. Como principais instituições responsáveis pelo incentivo e divulgação dessas pesquisas, podemos citar: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e a ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.

No entanto, o solo-cimento só foi amplamente aplicado em moradias por volta de 1978, quando o antigo BNH (Banco Nacional de Habitação) aprovou a técnica para construções de habitações populares. Na época, estudos feitos pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e pelo Ceped (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento) comprovaram que, além do bom desempenho termoacústico, o solo-cimento aplicado em construções levava a uma redução de custos de 20% a 40%, se comparado com as alvenarias tradicionais de tijolos de barro ou cerâmicos (FIQUEROLA, 2004).

Segundo a NBR 12024 - Solo-Cimento – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos 1992, o bloco solo-cimento é o produto endurecido, resultado da cura de uma mistura homogênea compactada de solo, cimento e água, em proporções estabelecidas através de dosagens controladas, onde o termo bloco foi adotado em detrimento ao termo tijolo, uma vez que os referidos produtos apresentam usualmente furos. Segundo Enteiche apud Mercado (1990), trata-se de um processo físico-químico de estabilização, no qual ocorre a reorientação das partículas sólidas do solo com a deposição de substâncias cimentantes nos contatos intergranulares, alterando, assim, a qualidade relativa de cada uma das três fases: sólidos, água e ar; que constituem o solo. O produto que resulta é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade.

De acordo com Sala (2006) 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 e para o seu assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial.

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

Para Pisani (2005), pode-se acrescentar que, o tijolo de solo cimento possui matéria-prima abundante em todo o planeta por se tratar da terra crua. A autora ainda ressalta que o produto não precisa ser queimado, o que proporciona economia de energia, além de proporcionar ambientes confortáveis com pouco gasto energético, permitindo conforto térmico e acústico, pelo fato de possuir características isolantes, conforme imagem de uma construção concluída.

5.3 Composição do Solo-cimento

Segundo a FUNTAC para a fabricação de tijolos de solo-cimento usa-se basicamente uma mistura constituída de solo, cimento e água, devidamente prensada. A prensagem é feita dentro de moldes e a forma variada destes possibilita produzir diversos tipos de tijolos. Os elementos fabricados são estocados em uma área para cura e, mantidos úmidos, por um período nunca inferior a 07 dias (Figura 2).

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

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

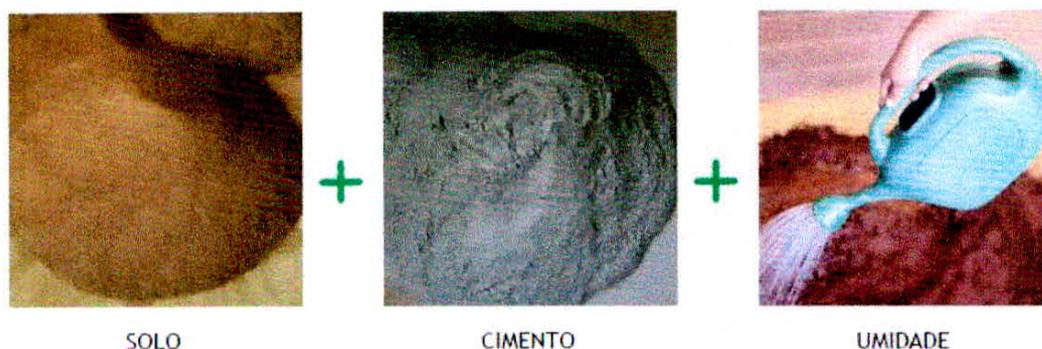


Figura 2 - Matéria-prima da fabricação -
 Fonte: ECOMAQUINAS, 2015.

Em seu processo de fabricação não há desmatamento nem queima de carvão, que lançaria resíduos tóxicos no meio ambiente. Enquanto no processo tradicional é feita a queima do tijolo depois que ele sai da prensa, nas olarias ecológicas o tijolo passa por um processo de cura, ficando durante oito dias em local fechado, sem vento e sol. Esse tijolo também é chamado de Modular, pois se encaixam uns aos outros em um sistema de trilho. A produção dos tijolos de solo-cimento varia de acordo com os objetivos de sua utilização (revestimentos, resistência, aparente, etc) e de acordo com processo a ser utilizado (manual mecânico ou híbrido). Levando em consideração estes aspectos, pode-se relacionar as seguintes etapas, conforme ilustrado na Figura 3 (PISANI, 2004).

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

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

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

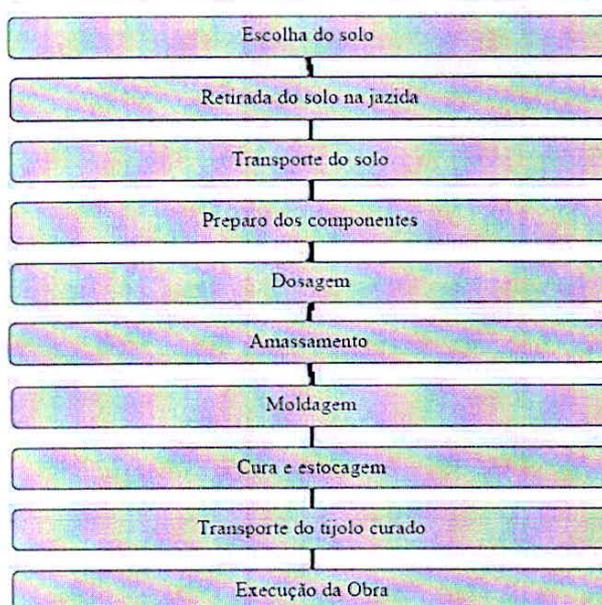


Figura 3 - Fluxograma das etapas de fabricação e utilização dos tijolos de solo-cimento.
Fonte: PISANI, 2004.

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

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

5.3.1 O solo

O solo Segundo a FUNTAC o solo é componente de maior proporção na mistura, devendo ser selecionado de modo que se possibilite o uso da menor quantidade possível de

cimento. De maneira geral, os solos mais adequados para a fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento são os que possuem as seguintes características:

Passando na peneira 4,8 mm (n° 4)	100 %
Passando na peneira 0,075 mm (n° 200)	10% a 50%
Limite de liquidez	≤ 45%
Índice de plasticidade	≤ 18%

Tabela 1 - Características do solo para produção do solo-cimento
Fonte: FUNTAC,2007.

O índice de plasticidade e o limite de liquidez são limites entre os quais o solo se encontra na sua fase plástica. Já o limite de liquidez é o valor que determina se um solo se apresenta com uma umidade muito elevada a ponto de ficar num estado de um fluido muito denso. Este limite é determinado através do ensaio feito pelo aparelho de Casagrande, onde colocamos uma amostra de solo e fazemos um sulco na mesma através de uma espátula e logo após aplicamos golpes com altura de 1 cm e intensidades constantes; daí o Limite de Liquidez (LL) se dará com o teor de umidade do solo para o qual o sulco acima citado, se fecha com 25 golpes.

A escolha do solo pode ser realizada no próprio canteiro da obra por ensaios simples, práticos, baseados na consistência e plasticidade de amostras. Os solos arenosos requerem, quase sempre, menores quantidades de cimento do que os argilosos e siltosos; devem ser evitados solos que contenham matéria orgânica, pois esta pode perturbar a hidratação do cimento e, conseqüentemente, a estabilização do solo matéria prima. Embora existam solos que não podem ser utilizados por si só na fabricação, há possibilidade de se misturar dois ou mais deles para que resulte um solo de características enquadráveis, nas especificações.

Normalmente, os solos arenosos estabilizam-se com pequenas quantidades de cimento. É importante ressaltar que a presença de argila na composição do solo é necessária para dar à mistura de solo e cimento, quando umedecido e compactado, coesão suficiente que permita a conformação e o manuseio dos tijolos após a prensagem. Não devem ser utilizados solos que contenham matéria orgânica, pois esta pode perturbar a hidratação do cimento.

De acordo com (FREIRE & BERALDO, 2003), no caso da não existência de um solo adequado próximo ao local da obra, é possível a mistura de solos. Por exemplo, caso haja um solo no local da obra ou próximo dela composto em sua maior parte por argila, é possível adicionar areia, obtendo-se assim o solo arenoso propício para a mistura. O solo adequado para produção de solo-cimento não deve conter material orgânico, como folhas, pedaços de

galhos ou raízes. A presença destes pode resultar em inibição ou retardo da reação de hidratação do cimento. A verificação visual da existência ou não de substâncias orgânicas presentes no solo é fácil de ser feita. No entanto, por análise visual, torna-se difícil a percepção da constituição do solo, em termos de quantidades de areia e de argila.

O ideal é que sejam feitos ensaios, em laboratório, para determinação da sua granulometria e limites de consistência. Objetivando facilitar a verificação, nos canteiros de obras, da adequabilidade do solo para compor misturas de solo-cimento, já que nessas instalações não costumam existir laboratórios, pode-se lançar mão de ensaios práticos, que podem ser realizados in loco, para caracterização expedita do solo:

- Teste da caixa: é o ensaio simplificado para determinação da variação volumétrica do solo. (ABCP, 1986);
- Ensaio do vidro: este ensaio tem por finalidade a verificação da porcentagem de areia no solo. A porcentagem de areia, para que o solo seja adequado para aplicação em solo-cimento, deve estar em uma faixa de 50% a 90% (ABCP, 1986);
- Ensaio do bolo: este ensaio é realizado pegando uma porção de solo bastante úmido e fazendo uma bolinha. Esta deve ser colocada na palma da mão e com a outra mão são dados entre 20 e 30 golpes na bolinha, até o momento em que a água aflore, deixando a superfície com aspecto liso e brilhante. Segundo UCHIMURA (2006), o solo será adequado para aplicação em solo-cimento, quando a água aflorar com os golpes e o brilho desaparecer ao pressionar a bolinha levemente com os dedos;
- Ensaio de resistência seca: com o solo bem úmido, são feitas duas ou três pastilhas com espessura de cerca de 1 cm e diâmetro variando entre 2 e 3 cm. As pastilhas devem secar por dois ou mais dias. Decorrido esse tempo, tenta-se esmagá-las e, segundo ABCP (1984), o resultado desse esmagamento é avaliado da seguinte forma: se for difícil de esmagá-las, o solo possui grande resistência; não sendo difícil o esmagamento, mas havendo dificuldade ao tentar reduzi-las a pó, o solo possui média resistência e; não havendo dificuldade no esmagamento nem na tentativa de redução após, o solo possui baixa resistência.

5.3.2 Cimento

Os cimentos que poderão ser utilizados deverão atender às seguintes especificações:

NBR 5732 – Cimento Portland comum

NBR 5733 – Cimento Portland de alta resistência inicial

NBR 5735 – Cimento Portland de alto forno

NBR 5736 – Cimento Portland pozolânico

Os números referentes às Normas Brasileiras Registradas (NBRs) vem estampados nas sacas de cimento.

5.3.3 Água

A água deverá ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento, como matérias orgânicas, e sulfatos; presume-se adequadas as águas potáveis.

Na hipótese de utilização de águas de poços (cisternas), a mesma deve ser previamente analisada, para podermos ter certeza de que seus componentes não irão prejudicar a mistura.

5.4 Fabricação do Solo-cimento

ABCP (1985) e CEPED (1978) determinam que os procedimentos de mistura de solo-cimento para a produção de blocos ou painéis de parede, devem ser:

- Preparação do solo: que consiste em destorroar e peneirar o solo seco;
- Preparo da mistura: adiciona-se o cimento ao solo preparado e realiza-se uma mistura com os materiais secos. Após a homogeneização adiciona-se água e mistura-se novamente o material ate uniformizar a umidade no solo;
- Moldagem dos blocos;
- Cura e armazenamento: após 6 horas de moldados e durante os sete primeiros dias, os blocos devem ser mantidos úmidos por meio de sucessivas molhagens.

A ABCP (1988) recomenda ainda, que a quantidade da mistura deve ser dimensionada para produção de tijolos durante 1 hora de funcionamento da prensa. Em termos de dosagem a ABCP (1988) recomenda moldar blocos com proporções, em volume, de cimento e solo de 1:10, 1:12 e 1:14. A escolha do traço adequado deve ser a que apresentar menor consumo de cimento e atender aos critérios de resistência a compressão e absorção de água estabelecidos na NBR 8491.

A Figura 4 ilustra o processo de fabricação dos blocos de solo-cimento.



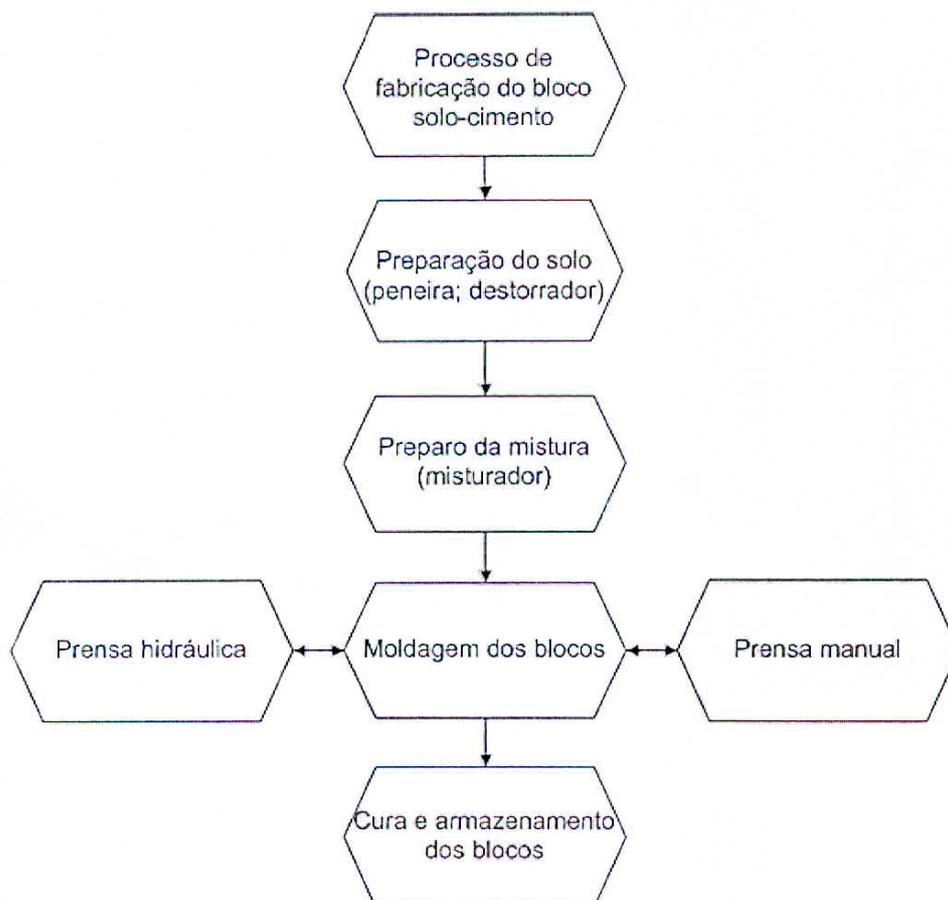


Figura 4 - Esquema simplificado do processo de fabricação do bloco solo-cimento.
 Fonte: Ecolaria, 2010.

O solo destorroado e peneirado, e o cimento são misturados como se fosse uma argamassa, até a completa homogeneização, que é alcançada quando a mistura adquire coloração uniforme. A água, se necessária, deve ser adicionada em forma de chuveiro, até atingir a umidade ideal, obtendo uma argamassa farofada. Quando não se possui misturador mecânico, o solo é espalhado sobre uma superfície lisa numa camada de até 20 cm, e em seguida, o cimento é distribuído sobre a camada de solo e, com o auxílio de pás e enxadas é processada a mistura de solo com o cimento.

A mistura é transferida do misturador para a prensa; o molde da prensa é que dá forma à peça (tijolo). Logo após a prensagem, a peça produzida é expelida pela prensa sobre os páletes (bandeja) e está pronta para ser curada na sombra, sobre uma superfície plana, em pilhas de altura máxima de 1,5 m.

Encontram-se no mercado empresas que oferecem diversos modelos de prensas para a fabricação dos tijolos (Figura 7 - Figura 8). Algumas prensas fabricam até cinco tipos

diferentes de tijolos, bastando para isso apenas trocar os seus moldes. Existem empresas que fabricam máquinas com revestimento interno (refil) da caixa matriz, onde o solo é prensado. Em geral essa parte da máquina sofre grande desgaste devido ao atrito com o solo, bastando, na sua manutenção, apenas efetuar a substituição do molde interno.

Após seis horas da moldagem e durante os sete primeiros dias, as peças devem ser umedecidas constante e frequentemente com regador munido de chuveiro, a fim de garantir cura necessária. Há casos em que não há condições de cura em local coberto; se isto ocorrer deve-se proteger a pilha com uma lona. De acordo com as normas da ABNT, só depois de 14 dias é que os tijolos ou blocos poderão ser aplicados na construção.

5.5 Equipamentos utilizados no processo de fabricação

Os equipamentos utilizados no processo de fabricação podem ser desde um simples equipamento de prensagem até unidades de produção compostas de pulverizador de solo (FIG. 5), peneirador (FIG. 6), misturador, dosador, prensa (FIG. 7) e outros acessórios.

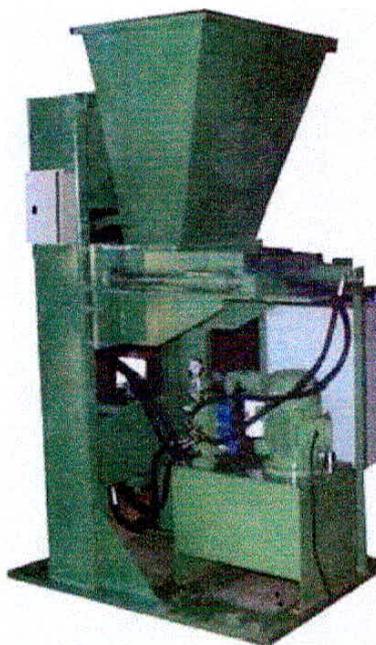


Figura 5 - Pulverizador de solo
Fonte: ECO MAQUINAS, 2015.

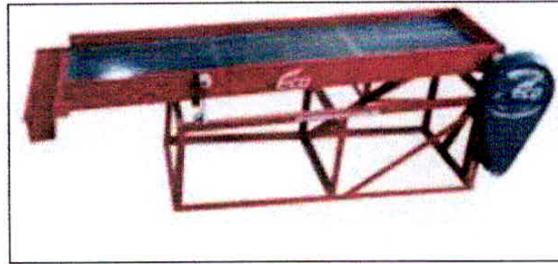


Figura 6 - Peneirador elétrico
Fonte: ECO MAQUINAS, 2015



Figura 7 - Modelo de prensa Permaq
Fonte: Técnica, 2004.

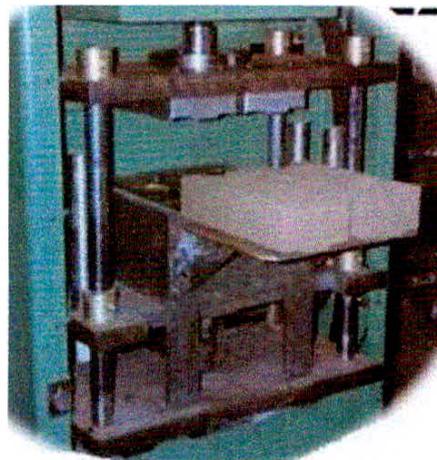


Figura 8 - Prensa Hidráulica
Fonte: ECO MAQUINAS, 2015.

5.6 Tipos de tijolos solo-cimento

No mercado Brasileiro são encontrados diversos tamanhos e modelos de tijolos de solo-cimento. Estes são escolhidos de acordo com o projeto, mão-de-obra, materiais e equipamentos locais e outras condicionantes específicas.

A tabela 2 abaixo relaciona alguns tipos:

Tipo	Dimensões	Características
Maciço comum	5 cm x 10 cm x 20 cm 5 cm x 10 cm x 21 cm	Assentamento com consumo de argamassa similar aos tijolos maciços comuns.
Maciço com encaixes	5 cm x 10 cm x 21 cm 5 cm x 11 cm x 23 cm	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa.
1/2 tijolo com encaixes	5 cm x 10 cm x 10,5 cm 5 cm x 11 cm x 11,5 cm	Elemento utilizado para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas.
Tijolos com dois furos e encaixes	5 cm x 10 cm x 20 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 25 cm 7,5 cm x 15 cm x 30 cm	Assentamentos a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos na vertical.
Meio-tijolo com furo e encaixe	5 cm x 10 cm x 10 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 12,5 cm 7,5 cm x 15 cm x 15 cm	Elemento para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras.
Canaletas - vide figura 9	5 cm x 10 cm x 20 cm 6,25 cm x 12,5 cm x 25 cm 7,5 cm x 15 cm x 30 cm	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarra e passagem de tubulações horizontais.

Tabela 2 - Tipos e dimensões de tijolos de solo-cimento produzidos no Brasil.

Fonte: PISANI, 2005.



Figura 9 - Tijolo de solo-cimento tipo canaleta para a execução de vergas e cintas de amarração.

Fonte: PISANI, 2005.

Destaca-se que todos os tipos de tijolos acima podem ser confeccionados para serem revestidos ou para serem revestidos ou para serem utilizados à vista, para vedação ou estruturais, para isto basta trabalhar com dosagens diferentes e prensagens ou moldagens mais cuidadosas para que as faces externas do elemento de alvenaria possuam textura e resistências superiores. As alvenarias também podem receber pinturas de diversas matérias primas para estarem mais protegidas contra intempéries.

Os tijolos podem ser totalmente maciços, similares aos maciços comuns, ou com furos. Os furos dos tijolos objetivam:

- Encaixar uns sobre os outros, facilitando assim o assentamento e diminuindo o tempo de execução e a quantidade de argamassa ou cola empregada.
- Diminuir o peso das alvenarias, o que implica diretamente em diminuir o dimensionamento das fundações e outras estruturas e,
- Aumentar o isolamento termo-acústico, pois os furos compõem câmaras de ar no âmago das alvenarias.

Como qualquer componente utilizado na Construção Civil, o tijolo ecológico deve proporcionar segurança e praticidade para a obra, visando sempre atender as demandas exigidas ao mesmo. Por isso, antes de se utilizar tal produto, deve-se atentar para o atendimento aos requisitos prescritos nos ensaios de resistência e absorção do tijolo ecológico, obedecendo-se as prescrições da norma da ABNT NBR-8492 (ABNT,1982) denominada Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água: método de ensaio e da norma NBR-8491 (ABNT, 1984) denominada Tijolo maciço de solo-cimento: especificação.

5.7 Viabilidade do uso de tijolo solo-cimento

Segundo Dos Santos et al. (2014), o tijolo ecológico além de colaborar para o meio ambiente por evitar a emissão de gases de efeito estufa, auxiliará maciçamente na economia do país, visando o reaproveitamento de matérias vegetais descartáveis, pois é um produto que possui as características de ser durável e resistente, além de baixo custo e alto potencial de aplicabilidade na Construção Civil no que se refere à construção de moradias populares.

É relevante salientar que o tijolo ecológico não utiliza a queima de biomassa para o processo de cura, grandes quantidades de madeira o que pode se sugerir que há a possibilidade de preservação dessas áreas, bem como a economia desse recurso renovável, e

que de forma indireta estaria relacionada com a economia dos solos e recursos naturais (SANTANA et al., 2013).

Para Grande (2003) representam, ainda, uma sintonia com as diretrizes do desenvolvimento sustentável, pois requerem baixo consumo de energia na extração da matéria-prima, dispensam o processo de queima, e reduzem a necessidade de transporte, uma vez que os tijolos podem ser produzidos com o solo do próprio local da obra.

Aspectos importantes a serem enfatizados sobre o tijolo ecológico é sobre sua grande durabilidade e manutenção reduzida das edificações realizadas com o mesmo, pois por apresentar elevada resistência e boa impermeabilidade, as construções com ele executadas são muito duráveis, resistindo ao longo dos anos ao desgaste e à umidade (TEIXEIRA et al., 2012). De acordo com Souza et al. (2011), testes demonstram que a mistura de solo-cimento é submetida à compactação num teor de umidade ótimo para obtenção de máxima densidade, de modo a formar um material estruturalmente resistente e durável, utilizado na forma de tijolos, blocos e paredes monolíticas.

Outro ponto a se complementar, é o do crescente incentivo a utilização de métodos de reciclagem em diversos setores da sociedade. E, seguindo esse sentido, uma ótima alternativa para a composição do tijolo ecológico é a reciclagem utilizando-se de resíduos que, até então, seriam descartados como entulho em locais muitas vezes inapropriados. Segundo Paiva (2011), os benefícios de se utilizar produtos reciclados na composição do tijolo ecológico são os retornos referentes à aplicação na reciclagem, que podem ser economia de custos e o produto da venda de materiais reciclados. A economia de custos existe quando conseguimos diminuir os gastos com os materiais que compõe a construção de uma obra, a partir do melhor aproveitamento das matérias-primas e da eliminação das perdas (PAIVA, 2011).

Através dos ensaios realizados na fabricação, pode se inferir que o tijolo de solo-cimento é mais resistente que a alvenaria convencional (cuja resistência é de 20kgf/cm²). Já o resultado do ensaio da absorção é 15,32%, menor que a de um tijolo convencional, que é de 45,388% (MOTTA et al., 2014). Outro aspecto importante a salientar é que o fator determinante para uma melhor qualidade do solo-cimento depende do tipo de solo, umidade de moldagem, tipo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura. Para uma maior resistência à compressão, absorção e durabilidade do solo-cimento, deve-se utilizar um percentual maior de cimento na mistura (MOTTA et al., 2014).

Um grande benefício de se utilizar o tijolo ecológico é a vantagem de se poder reutilizar recursos que, até então, seriam considerados como simples entulho, mas que, com a reutilização dos mesmos, se tornam parte importante da composição base do tijolo ecológico.

Seguindo esse raciocínio de se reutilizar esses recursos que seriam descartados, de acordo com Carvalho et al. (2014), o compósito empregando fibra de bananeira, que seria uma das inúmeras alternativas de reutilização de recursos que seriam dispensados até então, é uma grande solução na área da Construção Civil com a fabricação de um novo tipo de tijolo, com total aproveitamento do pseudocaule, que normalmente é descartado por não possuir utilidade. Outra alternativa de reutilização de materiais que seriam descartados a se destacar é o aproveitamento dos resíduos de granito na fabricação de tijolos ecológicos, que pode configurar-se numa prática ecologicamente correta, pois pode contribuir no sentido de reduzir o volume de material descartado na natureza e a exploração dos recursos naturais, e assim preservar o meio ambiente (SANTIAGO et al.,2012).

6 ESTUDO DE CASO

Nesta etapa do estudo será mostrada como pode ser feita a substituição da alvenaria convencional pelo uso da alvenaria cimento-solo. A partir dessa substituição será feito um comparativo de custo a fim de se verificar a viabilidade da substituição.

6.1 Local

O local do experimento é o Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas, na Avenida Barão da Boa Esperança, em Três Pontas. O mapa do loteamento e disposição das construções pode ser visto no Anexo A. Cada uma das casas já possui um projeto arquitetônico específico mostrado nos Anexos B e C.

6.2 Levantamento de dados quantitativos

As planilhas orçamentárias abaixo elaboradas comparam custos da alvenaria solo-cimento com a convencional.

Como parâmetro de comparação este trabalho utiliza apenas as etapas de fechamento, revestimento e pintura, que juntas são responsáveis por mais de 44% do valor do imóvel, pois são estas as etapas mais relevantes e que consomem mais material, tempo e consequentemente dinheiro de uma construção habitacional.

Para elaboração das tabelas com os quantitativos de insumos e mão-de-obra será utilizado a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) e a SINAPI da Caixa Econômica Federal.

A constituição do custo (mão de obra + material) da Alvenaria Convencional de Bloco Cerâmico 9x19x19cm + revestimento + pintura empregado no empreendimento em estudo apresenta relação ao orçamento discriminativo da Caixa Econômica Federal data base outubro de 2013 Anexo – C.

Analisando a Tabela – 3, realizado baseando-se no Anexo C pode-se verificar que o custo (mão de obra + material) para implantar a alvenaria tijolo cerâmico com seus revestimentos apresenta um total de R\$9.648,80 por unidade habitacional, seguindo mês de referência anexo C ,outubro de 2013. Como no empreendimento são de 316 unidades o custo total será de R\$3.049.020.80.

Serviço	Unid.	Quant.	Custo unitário	Custo Total
Alvenaria em Tijolo Cerâmico Furado esp. 9cm ½ vez assentado	m ²	120,9	43,35	5241,015
Chapisco Interno	m ²	113,5	3,04	385,9
Emboço paulista	m ²	120,26	15,93	1915,742
Latex PVA Interno 2 demãos	m ²	98,78	7,54	744,8012
Látex Acrílica Externo 3 demãos	m ²	120,26	11,32	1361,343
Custo total da alvenaria+ revestimentos por casa				9648,80

Tabela 3 - Consumo e Custo da Alvenaria Convencional Empreendimento Residencial Jardim das Esmeraldas

Fonte: Orçamento Discriminativo Caixa Econômica Federal data base outubro de 2013 - Anexo C

Na construção civil, vários custos devem ser considerados na execução de uma obra, inclusive no caso em análise, visto o tamanho da obra, a dificuldade de sua execução e o tempo que será destinado a sua execução.

Em relação à mão de obra, com parâmetros na tabela da SINAPI da Caixa Econômica Federal, ano de 2015, verifica-se os seguintes custo e encargos:

PLANILHA DE ENCARGOS SOCIAIS SOBRE A MÃO DE OBRA		
CODIGO E DESCRIÇÃO	SEM DESONERAÇÃO	
	HORISTA	MENSALISTA
	%	%
GRUPO A	38,00	38,00
A1 - Previdência Social - INSS	20,00	20,00
A2 - SESI	1,50	1,50
A3 - SENAI	1,00	1,00
A4 - INCRA	0,20	0,20
A5 - SEBRAE	0,60	0,60
A6 - Salário Educação	2,50	2,50
A7 - Seguro contra acidente trabalho	3,00	3,00
A8 - FGTS	8,00	8,00
A9 - SECONCI	1,20	1,20
GRUPO B	35,52	9,73
B1 - Repouso Semanal Remunerado	17,79	0,00
B2 - Feriados	3,69	0,00
B3 - Auxílio - Enfermidade	0,92	0,69
B4 - 13º Salário	11,01	8,33
B5 - Licença Paternidade	0,08	0,06
B6 - Faltas Justificadas	0,73	0,56
B7 - Dias de Chuvas	1,18	0,00
B8 - Auxílio Acidente de Trabalho	0,12	0,09
GRUPO C	15,27	11,57
C1 - Aviso Prévio Indenizado	7,78	5,89
C2 - Aviso Prévio Trabalhado	0,18	0,14
C3 - Férias Indenizadas	1,75	1,32
C4 - Depósito Recisão Sem Justa Causa	4,91	3,72
C5 - Indenização Adicional	0,65	0,50
GRUPO D	19,02	7,87
D1 - Reincidência de Grupo A sobre Grupo B	18,33	7,35
D2 - Reincidência de Grupo A sobre Aviso Prévio Trabalhado e Reincidência do FGTS sobre Aviso Prévio Indenizado	0,69	0,52
TOTAL	107,81	67,17

Tabela 4 - Planilha de Encargos Sociais sobre a mão de obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Na composição de custo da mão de obra homem/hora, da categoria de execução oficial, fez-se a análise com referência no salário do sindicato da construção civil na região de Três Pontas-MG, piso salarial do 1º semestre de 2015, Siduscon Lagos de Varginha-MG.

PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DO HOMEM HORA		
Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas		
FUNÇÃO : AJUDANTE - hora normal	VALOR R\$	H por mês
a) Salário mensal	942,80	220
b) Encargos sociais	1016,43	
TOTAL GERAL DOS CUSTOS	1959,23	
CÁLCULO DO CUSTO DO HOMEM HORA		
Custo homem hora sem BDI (a+b) / nº horas trabalhadas	8,91	

Tabela 5 - Planilha de Composição dos custos do homem hora – Função: Oficial
Fonte: Salário Sinduscon Lagos de Varginha, 1º semestre de 2015.

O mesmo se fez na composição de custo da mão de obra homem/hora da categoria de execução oficial:

PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DO HOMEM HORA		
Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas		
FUNÇÃO : OFICIAL - hora normal	VALOR R\$	H por mês
a) Salário mensal	1572,50	220
b) Encargos sociais	1695,31	
TOTAL GERAL DOS CUSTOS	3267,81	
CÁLCULO DO CUSTO DO HOMEM HORA		
Custo homem hora sem BDI (a+b) / nº horas trabalhadas	14,85	

Tabela 6 – Planilha de Composição dos custos do homem hora - Função: Ajudante
Fonte: Salário Sinduscon Lagos de Varginha, 1º semestre de 2015.

O cálculo do custo da produtividade de mão de obra (homem hora), para início das diversas etapas de execução de serviços do conjunto habitacional Jardim das Esmeraldas na cidade de Três Pontas-MG, constituído de 316 unidades habitacionais. Com parâmetro no quantitativo de insumos e mão de obra no estudo da produtividade dos serviços de alvenaria, revestimento e pintura, foi utilizado a TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos).

Na composição dos preços unitários da tabela TCPO, os serviços são calculados na unidade de m². A alvenaria de blocos cerâmicos 9x19x19cm existente no empreendimento, têm-se a metragem total de 108,83 m², por unidade habitacional já acrescentando os 10% de eventuais perdas. Devido a cidade de Três Pontas/MG não oferecer recursos variados de materiais de construção para a cotação de preços dos materiais nessa composição, esta foi feita em setembro e outubro de 2015 em empresas na região, afim de garantir melhor orçamento.

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	Alvenaria de vedação com blocos cerâmico furados 9x19x19cm (furos horizontais), juntas 12mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:8 - tipo I - espessura da parede:9cm					
Unid:	m ²	TCPO 13º: 04211.8.2				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT.	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1		Mão-de-obra				
1.1	01270.0.45.1	Ajudante	h	1,135	8,91	10,11
1.2	01270.0.40.1	Oficial	h	1,000	14,85	14,85
Subtotal 1						24,96
2.		Materiais				
2.1	02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m ³	0,01647	40,00	0,66
2.2	02065.3.2.1	Cal hidratada CH III	kg	2,457	0,205	0,50
2.4	02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32mpa)	kg	2,457	0,36	0,88
2.5	04211.3.2.1	Bloco cerâmico furado de vedação 9x19x19 cm(altura:190mm/largura:90mm)	Un	25,70	0,56	14,39
Subtotal 2						16,44
SUBTOTAL GERAL						41,40
CUSTO UNITÁRIO						41,40

Tabela 7 - Planilha de composição do preço unitário-Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x19cm

Fonte: TCPO, 2008.

No empreendimento, o revestimento interno e externo da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x19cm, foi calculo em um total de 113,49 m², por unidade habitacional. As etapas de execução dos revestimentos foram chapisco e reboco. Abaixo segue a tabela com revestimento de chapisco:

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA:	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	CHAPISCO para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5mm					
Unid:	m ²	TCPO 13º: 09705.8.12.4				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1.1	01270.0.45.1	Ajudante	h	0,15	8,91	1,34
1.2	01270.0.40.1	Oficial	h	0,10	14,85	1,49
Subtotal 1						2,82
2.	Materiais					
2.1	02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m ³	0,0061	44,16	0,27
2.2	02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32MPa)	kg	2,43	0,36	0,87
Subtotal 2						1,14
SUBTOTAL GERAL						3,97
CUSTO UNITÁRIO						3,97

Tabela 8 – Planilha de composição do preço unitário - Revestimento Chapisco
Fonte: TCPO, 2008.

O cálculo também foi realizado com o revestimento de reboco:

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA:	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	REBOCO para parede interna, com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:1,5, com aditivo					
Unid:	m ²	TCPO 13º: 09705.8.3.7				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra					
1.1	01270.0.45.1	Ajudante	h	0,85	8,91	7,57
1.2	01270.0.40.1	Oficial	h	0,80	14,85	11,88
Subtotal 1						19,45
2.	Materiais					
2.1	02060.8.1.1	Areia média-Secagem e peneiramento	m ³	0,003625	44,16	0,16
2.2	02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32MPa)	kg	3,765	0,36	1,36
2.3	07110.3.3.1	Aditivo impermeabilizante e plastificante em pó para argamassa	kg	0,10	3,07	0,31
Subtotal 2						1,82
SUBTOTAL GERAL						21,28
CUSTO UNITÁRIO						21,28

Tabela 9 - Planilha de composição do preço unitário - Revestimento Reboco
Fonte: TCPO, 2008.

Na pintura interna e externa do revestimento, foi feito reboco da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x19 cm, tendo-se um total de 113,49 m² por unidade habitacional. A pintura interna é composta por tinta com latéx PVA e externa tinta com latéx acrílica. O custo da pintura com tinta latéx PVA pode ser visualizado na planilha abaixo:

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :		Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas				
Serviço:		PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida.				
Unid:		m ² TCPO 13º:09115.8.12				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1 Mão-de-obra						
1.1	01270.0.1.19	Ajudante de Pintor	h	0,35	8,91	3,12
1.2	01270.0.41.1	Oficial	h	0,40	14,85	5,94
Subtotal 1						9,06
2. Materiais						
2.1	09906.3.3.1	Selador base PVA para pintura látex	l	0,12	2,72	0,33
2.2	09910.3.30.1	Lixa para superfície madeira/grana 100	Un	0,25	0,80	0,20
2.3	09910.3.7.2	Tinta látex PVA(tipo acabamento fosco)-18l	l	0,17	2,72	0,46
Subtotal 2						0,99
SUBTOTAL GERAL						10,05
CUSTO UNITÁRIO						10,05

Tabela 10 - Planilha de composição do preço unitário - Pintura Interna
Fonte: TCPO, 2008.

Já o custo da pintura externa tinta com latéx acrílica:

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :		Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas				
Serviço:		PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA em parede externa, sem massa corrida, com três demãos.				
Unid:		m ² TCPO 13º:09115.8.11				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1 Mão-de-obra						
1.1	01270.0.1.19	Ajudante de Pintor	h	0,40	8,91	3,56
1.2	01270.0.41.1	Oficial	h	0,50	14,85	7,43
Subtotal 1						10,99
2. Materiais						
2.1	09906.3.3.1	Líquido preparador de superfícies lata 18l	l	0,12	6,69	0,80
2.2	09910.3.30.1	Lixa para superfície madeira/grana 100	Un	0,25	0,80	0,20
2.3	09910.3.7.2	Tinta látex acrílica(tipo acabamento fosco)	l	0,17	5,66	0,96
Subtotal 2						1,97
SUBTOTAL GERAL						12,95
CUSTO UNITÁRIO						12,95

Tabela 11 - Planilha de composição do preço unitário - Pintura Externa
Fonte: TCPO, 2008.

A análise da composição do preço unitário da alvenaria solo-cimento 6,5x12,5x25cm por unidade: m², para aplicamos no conjunto habitacional Jardim das Esmeraldas cidade de Três Pontas-MG, têm-se a metragem total de 108,83 m² por unidade habitacional, já acrescentando os 10% de eventuais perdas. Na TCPO, foi verificado que para este tipo de serviço, alvenaria de solo-cimento, existem dois parâmetros de produtividade: trabalhando há 1,60 m de altura e, outra em cima de andaime, assim tendo uma média entre as duas tabelas.

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	Alvenaria de tijolo de solo-cimento 6,25x12,5x25cm, com pilarete embutido a cada 1 metro, barra de aço 5/16" e grout, executada até 1,60m e em cima de andaime- unidade-m ²					
Unid:	m ²	TCPO 13º: 04033.8.1				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1		Mão-de-obra				
1.1	01270.0.45.1	Ajudante	h	0,995	8,91	8,86
1.2	01270.0.40.1	Oficial	h	0,972	14,85	14,44
Subtotal 1						23,30
2.		Materiais				
2.1	02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m ³	0,003157	40,00	0,13
2.2	02060.3.6.1	Pedrisco	m ³	0,003003	42,60	0,13
2.3	02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32mpa)	kg	1,3475	0,36	0,49
2.4	03210.3.2.5	Barra de aço CA-50 5/16"(bitola:8,00mm/massa linear:0,395kg/m)	kg	0,415	1,458	0,61
2.5	04033.3.1	Tijolo de solo-cimento com dois furos verticais	Un	64,00	0,84	53,76
2.6	09305.3.2.1	Cola a base de PVA	kg	0,506	7,45	3,77
Subtotal 2						58,87
SUBTOTAL GERAL						82,17
CUSTO UNITÁRIO						82,17

Tabela 12 - Planilha de composição do preço unitário - Alvenaria de tijolo Solo-Cimento 6,5x12x5x25cm. Fonte: TCPO, 2008.

O presente estudo de viabilidade econômica dessa alvenaria de solo-cimento, ficará exposta, com os blocos a vista, em decorrência da alta qualidade dos mesmos. Assim, nesse caso específico dispensará a utilização de revestimento na área total da casa, ficando somente revestimento nas áreas molhadas (cozinha e banheiro), devido a aplicação de cerâmica que apresenta metragem total de 37,50 m². Na parte de acabamento final, será aplicado pintura hidrofugante, a base de silicone com solvente, afim de manter a impermeabilização da alvenaria e a estética.

Segue abaixo a composição unitária do preço para realização do chapisco:

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	CHAPISCO para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:3, e=5mm					
Unid:	m²	TCPO 13º: 09705.8.12.4				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1 Mão-de-obra						
1.2	01270.0.40.1	Oficial	h	0,10	14,85	1,49
Subtotal 1						2,82
2. Materiais						
2.1	02060.3.2.2	Areia lavada tipo média	m³	0,0061	44,16	0,27
2.2	02065.3.5.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32MPa)	kg	2,43	0,36	0,87
Subtotal 2						1,14
SUBTOTAL GERAL						3,97
CUSTO UNITÁRIO						3,97

Tabela 13 - Planilha de composição do preço unitário - Chapisco nas Áreas molhadas-Cozinha e Banheiro
Fonte: TCPO, 2008.

O mesmo se fez, para verificar a composição unitária do preço para realização do emboço:

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	EMBOÇO para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar, traço 1:2:3					
Unid:	m²	TCPO 13º: 09705.8.2				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1 Mão-de-obra						
1.1	01270.0.45.1	Ajudante	h	0,85	8,91	7,57
1.2	01270.0.40.1	Oficial	h	0,80	14,85	11,88
Subtotal 1						19,45
2. Materiais						
2.1	02060.8.1.1	Areia lavada tipo média	m³	0,0244	40,00	0,98
2.2	02065.3.2.1	Cal hidratada CH III	kg	3,64	0,205	0,75
2.3	07110.3.3.1	Cimento Portland CP II-E-32 (resistência: 32MPa)	kg	3,64	0,36	1,31
Subtotal 2						3,03
SUBTOTAL GERAL						22,49
CUSTO UNITÁRIO						22,49

Tabela 14 - Planilha de composição do preço unitário - Emboço nas Áreas molhadas - Cozinha e Banheiro.
Fonte: TCPO, 2008.

Na pintura interna e externa dessa alvenaria de solo-cimento, será aplicado um produto hidrofugante, a base de silicone com solvente, afim de garantir a impermeabilização e estética da alvenaria, visto os blocos serem visíveis, onde somente nas áreas molhadas que haverá revestimento de argamassa. Assim, têm-se a metragem total de 75,99 m² por unidade habitacional.

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO						
OBRA :	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
Serviço:	PINTURA HIDROFUGANTE sobre superfície de tijolo à vista com uma demão de silicone-					
Unid:	m ²	TCPO 13º:09115.8.17.5				
Composição Detalhada Incluindo a produção de insumos						
ITEM	TCPO 13º	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1		Mão-de-obra				
1.1	01270.0.1.19	Ajudante de Pintor	h	0,10	8,91	0,89
1.2	01270.0.41.1	Oficial	h	0,45	14,85	6,68
Subtotal 1						7,57
2.		Materiais				
2.1	07190.3.3.1	Silicone a base de solvente	l	0,50	13,60	6,80
Subtotal 2						6,80
SUBTOTAL GERAL						14,37
CUSTO UNITÁRIO						14,37

Tabela 15 - Planilha de composição do preço unitário - Pintura Hidrofugante
Fonte: TCPO, 2008.

Tendo os custos e mão de obra nas planilhas descritas acima de cada execução de serviços por unidade: m², compara-se na tabela 16 abaixo, o custo do total da alvenaria de vedação bloco cerâmico + revestimentos + pintura, seguindo referência de cotação dos materiais nos meses de setembro e outubro de 2015. Como visto, sairá no valor total de R\$10.069,26 por unidade habitacional, resultando no conjunto das 316 moradias, o valor de R\$ 3.181.886,54.

Na alvenaria de solo-cimento + revestimento nas áreas molhadas cozinha e banheiro + pintura, tomando com referência de cotação dos materiais nos meses de setembro e outubro de 2015, tem-se o valor R\$7.988,78 por unidade habitacional, resultando no conjunto das 316 moradias, o valor total de R\$2.524.545,73.

PLANILHA DE CUSTO FINAL						
OBRA:	Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas					
LOCAL:	Avenida Barão da Boa Esperança, em Três Pontas-MG					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT. POR CASA	PR. UNIT. POR CASA	PR. TOTAL POR CASA	PR. TOTAL 316 CASAS
1	ALVENARIA COM BLOCO CERÂMICO (9X19X19)cm + REVESTIMENTOS + PINTURA				10.069,26	3.181.886,54
1.1	Alvenaria com bloco cerâmico + chapisco + revestimento + pintura (interno e externo)	m ²	112,33	22,36	2.511,70	793.696,82
1.2	Custo de mão de obra de execução	m ²	112,33	67,28	7.557,56	2.388.189,72
2	ALVENARIA COM BLOCO SOLO-CIMENTO (6,5x12,5x25)cm+ REVESTIMENTOS BANHEIRO E COZINHA + PINTURA				7.988,78	2.524.454,73
2.1	Alvenaria com bloco solo-cimento + revestimento + pintura (interno e externo)	m ³	64,96	69,84	4.536,81	1.433.630,82
2.2	Custo de mão de obra de execução	m ³	64,96	53,14	3.451,97	1.090.823,91

Tabela 16 - Planilha de Custo Final - Mão de obra + Material

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base no TCPO, 2008.

6.3 Análise dos resultados

O tijolo de solo-cimento ganhou uma grande participação no mercado, principalmente pelo seu método de fabricação ecologicamente correto. Pensando nisto, surge a proposta de utilizar o tijolo de solo-cimento, ou tijolo ecológico, que é assim chamado, porque no seu processo de fabricação não é utilizado a queima, evitando desta forma, agentes poluentes do Meio Ambiente, como solução para construção de alvenarias de habitações populares, no que diz respeito à economia de materiais como a argamassa de assentamento e tempo de execução. Ele também reúne vantagens por causa das suas dimensões e texturas uniformes diminuindo as correções executadas no reboco quando aplicado, devido aos desaprumos encontrados no assentamento de blocos cerâmicos comuns.

Nos cálculos apresentados acima, no comparativo entre as duas alvenarias, observamos que a comparação entre alvenaria de bloco cerâmico 9x19x19cm e alvenaria de bloco solo-cimento 6,5x12,5x25cm, obtêm-se valores extremamente desproporcionais, devido ao valor dos blocos ter grande diferença nos preços unitários. A viabilidade da alvenaria com bloco solo-cimento torna-se viável, a partir do momento que despreza o revestimento com argamassa nas áreas internas e externas, devido ao tijolo solo-cimento apresentar uniformidade do material, apenas aplicando um tipo de pintura hidrofugante, no intuito de impermeabilizar e melhorar a estética.

Assim a aplicação da alvenaria solo-cimento, com revestimentos nas áreas molhadas (cozinha e banheiro), e pintura hidrofugante, gera uma economia em relação a alvenaria com

bloco cerâmico o valor de R\$657.431,81 com cotações dos materiais nos meses de setembro e outubro de 2015, o valor da mão de obra referenciado no sindicato dos trabalhadores de Varginha-MG, 1º semestre de 2015, e seguindo os parâmetros da TCPO 13ª edição.

Preocupados com os recursos naturais finitos, profissionais a cada dia buscam novos produtos e técnicas construtivas que causem menos impactos ambientais, visando também minimizar os problemas causados pela extração descontrolada de matéria prima e emissão de gases poluentes na fabricação de determinados materiais para a construção. É indiscutível a importância da busca por arquiteturas mais sustentáveis, uma vez que os recursos do planeta são finitos e o crescimento da população e suas atividades têm gerado há séculos violências contra o meio ambiente.

7 CONCLUSÃO

De acordo com estudo sobre as propriedades, características do tijolo solo-cimento e os dados referenciais sobre a viabilidade de seu uso, pode-se concluir que o uso dos tijolos de solo-cimento produzidos com aplicações de técnicas simples e soluções viáveis, permite o desenvolvimento de componentes de sistemas construtivos com as seguintes vantagens: o controle de perdas minimizando o desperdício; baixo custo em comparação às alvenarias convencionais, desprezando os diversos revestimentos de mercado; durabilidade e segurança; eficiência construtiva devido ao sistema modular, pelo quais os tijolos são somente encaixados ou assentados com pouca quantidade de argamassa.

Além disso, os tijolos podem ser produzidos com furos internos que permitem a passagem de tubulações sem a necessidade de cortes ou quebras; facilidade de manuseio devido aos encaixes que reduzem o tempo de execução da alvenaria; baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa a queima e economia de transporte quando produzidos no próprio local da obra.

Diante de todo o exposto, no levantamento de dados quantitativos, foi possível concluir a viabilidade da utilização da alvenaria solo-cimento. A aplicação da alvenaria solo-cimento, com revestimentos nas áreas molhadas (cozinha e banheiro), e pintura hidrofugante, gera uma economia em relação a alvenaria com bloco cerâmico, no valor de R\$657.431,81, com dados cotados nos meses de setembro e outubro de 2015.

Isso se dá, segundo as planilhas descritas no decorrer do trabalho, o custo do total da alvenaria de vedação bloco cerâmico, com revestimentos e pintura, é de R\$10.069,26 por unidade habitacional, resultando no conjunto das 316 moradias, o valor de R\$ 3.181.886,54. Já no uso da alvenaria de solo-cimento, com revestimento nas áreas molhadas (cozinha e banheiro) e pintura, tem-se o valor R\$7.988,78 por unidade habitacional, resultando no conjunto das 316 moradias, o valor total de R\$2.524.545,73.

Desta forma, a viabilidade da utilização da alvenaria solo-cimento foi evidenciada, visto que despreza o revestimento com argamassa nas áreas internas e externas, pois o tijolo solo-cimento apresenta uniformidade do material, apenas aplicando um tipo de pintura hidrofugante, no intuito de impermeabilizar e melhorar a estética.

A planilha orçamentária comparativa apresentou os valores concretos em relação as diversas cotações de materiais atualizados, utilizando informações necessárias dos índices da tabela TCPO e com as proporções cabíveis da mão de obra da região.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, L. Q. C.; BISCARO, G. A.; LIMA NEGRO, S. R.; OLIVEIRA, A. C. de; CARVALHO, L. A. de; LEAL, S. T. Resistência à Compressão de Tijolos de Solo-Cimento 60 Fabricados com o Montículo do Cupim Cornitermes cumulans. *Ciências Agrícolas*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 553-560, mar./abr., 2008.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR-12024: Solo-Cimento – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 8798: Tijolo Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985. 15p.

CAIXA. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-memorias-de-calculo/ENCARGOS_SOCIAIS_MEMORIA_DE_CALCULO.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CIC. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (CEPED). **Manual prático de construção com solo-cimento**. Camaçari. BNH / CEPED. 1978.

DOS SANTOS, C. W.; SUZART, P. V.; SILVA, F. N. Tendências tecnológicas para o processo de preparação de compósito à base de solo-cimento e fibra de bananeira para fabricação de tijolos e tecnologias correlatas através da pesquisa em documentos de patentes. Bahia: **Cadernos de Prospecção**, 2013. 36-44 p.

ECOMINAS. **Materiais utilizados na fabricação**. 2015. Disponível em: <<http://ecomaquinas.com.br/tijolo-ecologico-como-produzir>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

FIQUEROLA, V. Alvenaria solo-cimento, *Revista Técnica*, número 85, 2004.
FREIRE, WESLEY JORGE; BERALDO, ANTÔNIO LUDOVICO. **Tecnologias alternativas de construção**. Editora da Unicamp, Campinas, 2003.

FUNTAC – Fundação de Tecnologia do Estado do Acre. Departamento técnico e de produção. **Cartilha para a produção de tijolo solo-cimento**. Rio Branco. Disponível em: <http://201.67.42.66:8051/web/apps/upload/arq_1162996746.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com adição de sílica ativa**. São Carlos: EESC-USP, 2003. 165p. Dissertação Mestrado.

HABITAR. Tijolos de solo-cimento. Disponível em: <<http://www.arq.ufmg.br/habitar/sis4.html>>. Acesso em: 20 maio. 2015. MERCADO, M.C.

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

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: E-xata, 2014. 13-26 p.

PAIVA, A. P.; RIBEIRO, S. M. **A reciclagem na Construção Civil: como economia de custos.** São Paulo: FEA-RP/USP, 2011.

PISANI, M. A. J. **Um material de construção debaixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento.**In: SINERGIA. v.6. n.1. 2005. São Paulo, 2005. 53-59p.

SANTANA, S. J.; CARVALHO, X. A.; FARIA, A. R. **Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima.** Mato Grosso: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2013.

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários.** 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

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.

SOUZA, C. T.; NUNES, A. G.; SOARES, M. J. Análise preliminar da resistência à compressão de tijolos ecológicos fabricados no município de Ipaba. Santa Catarina: **IberoamericanJournalof Industrial Engineering**, 2011. 48-61 p.

TEIXEIRA, M. F.; REIS, S. A.; FIGUEIREDO, F. M. **O uso de resíduos lignocelulosicos na produção de tijolos de adobe.** Rio Grande do Sul: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2012.

TCPO. **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos.**13 ed. São Paulo: Pino, 2008.

ANEXO A – Mapeamento do Conjunto Habitacional Jardim das Esmeraldas

ANEXO C – Orçamento discriminativo da Caixa Econômica Federal data base outubro de 2013.

AMENDAMENTO DISCRIMINATIVO

 I CASA 43,07 m² Material + Mão de Obra

 HABITAÇÃO EQUIPAMENTOS DE USO COMUM EQUIPAMENTO COMUNITÁRIO

rendimento

PROF. RESP.: LUIZ FABIO CHEREM

RES. JARDIM DAS ESMERALDAS

Tamanho Casa:

 43,07 m²

CREA/MG: 56.427/D

endereço: RUA PROJETADA (Av. Barão da Boa Esperança)

CPF: 724.655.816-00

origem: Industrial

Cidade: Três Pontas - MG

Telefone:

Proprietário do terreno: CONSTRUTORA CHEREM LTDA

DATA-BASE: out-13

SERVIÇO		Unid.	Quant.	Custo Unitário	Custo Total	% Item	% Total	
1.1	Serviços técnicos (levantamento topográfico, Instalações Provisórias, Transportes projetos, especificações, orçamento, cronograma)	Vb			539,55	20,72%		
1.2	Despesas iniciais (cópias, licenças, taxas e impostos)	Vb			45,67	1,75%		
1.3	Canteiro e instalações provisórias (tapumes, barração, água, luz, esgoto e placas de obra)	Vb			100,00	3,84%		
1.4	Transportes Máquinas e ferramentas (betoneira, vibrador, serra, bomba, carrinho, guincho)	Vb			280,00	10,75%		
1.5	Manutenção de canteiro e consumo (Vigilância, limpeza, suprimentos...)	Vb			450,00	17,28%		
1.6	Controle de Qualidade	Vb			25,00	0,96%		
1.7	Gestão de Resíduos	Vb			25,00	0,96%		
1.8	Controle Tecnológico	Vb			60,00	2,30%		
1.9	Segurança Adicional e sinalização (EPC)	Vb			75,00	2,88%		
1.0	Administração Local	Vb			1.003,95	38,55%		
CUSTO TOTAL DO ITEM					2.604,17	100,00%	6,44%	
2.1	TRABALHOS EM TERRA	2.1.1	Limpeza do terreno	m ²				
		2.1.2	Corte e aterro compensado em lote individual	m ³				
		2.1.3	Regularização e compactação do terreno	m ²				
		2.1.4	Locação convencional de obra através de gabarito de tabuas cortadas	m ²	43,07	3,69	158,93	100,00%
		SUBTOTAL					158,93	100,00%
2.2	FUNDAÇÕES	2.2.1	Escavação de vala não escorada mat 1ª categoria até 1,5m prof	m ³	1,25	4,80	6,02	0,52%
		2.2.2	Lastro de concreto preparo manual	m ²	0,14	277,29	37,97	3,29%
		2.2.3	Armação aço CA-50 para estruturas de concreto (Baldrame)	Kg	22,37	5,09	113,86	9,86%
		2.2.4	Armação de aço CA 60 Diam. 3,4 a 6,0 mm	Kg	15,92	6,22	99,02	8,57%
		2.2.5	Concreto usinado bombeado FCK 20MPa, colocação e espalhamento	m ³	1,25	298,44	374,24	32,40%
		2.2.6	Estaca broca diâmetro até 30cm em concreto armado moldada em loc	m	9,00	58,21	523,89	45,36%
SUBTOTAL					1.155,01	100,00%	2,86%	
CUSTO TOTAL DO ITEM					1.313,94			
3.1	Armação aço CA-50 para estruturas de concreto (Cintamento)	Kg	22,37	5,09	113,86	21,00%		
3.2	Verga em concreto FCK 20MPa	m	18,20	12,36	224,95	41,50%		
3.3	Laje pré-moldada p/ forro, sobrecarga 100 kg/m ² , vãos até 3,50 m/E=8 cm.	m ²	3,72	54,64	203,26	37,50%		
3.4								
3.5								
3.6								
CUSTO TOTAL DO ITEM					542,08	100,00%	1,34%	
4.1	ALVENARIA	4.1.1	Alvenaria em tijolo cerâmico furado esp. 9cm, 1/2 vez assentado	m ²	120,90	43,35	5.241,02	100,00%
		4.1.2						
		4.1.3						
		4.1.4						
		SUBTOTAL					5.241,02	100,00%
4.2	ESQUADRIAS METÁLICAS	4.2.1	Janela metálica, com 02 folhas para vidro (1,60x1,20)	m ²	1,92	319,77	613,96	20,70%
		4.2.2	Janela metálica, com 02 folhas para vidro (1,20x1,20)	m ²	4,52	319,77	1.381,41	46,56%
		4.2.3	Janela metálica basculante (0,90x0,60)	m ²	0,54	238,13	128,59	4,33%
		4.2.4	Porta 80x210 metálica	m ²	3,56	250,81	842,72	28,41%
		4.2.5						
SUBTOTAL					2.966,68	100,00%	7,34%	
4.3	ESQUADRIAS MADEIRA	4.3.1	Porta de madeira compensada lisa para pintura, 80x210x3,5cm	un.	3,00	240,58	721,74	100,00%
		4.3.2						
		4.3.3						
		SUBTOTAL					721,74	100,00%
4.4	FERRAGENS	4.4.1		un.				
		4.4.2		un.				
		SUBTOTAL						
4.5	VIDROS	4.5.1	Vidro liso comum transparente (e= 4mm)	m ²	6,08	55,22	335,96	100,00%
		4.5.2						
		SUBTOTAL					335,96	100,00%
CUSTO TOTAL DO ITEM					9.265,40			

CIMENTO DISCRIMINATIVO

HABITAÇÃO

EQUIPAMENTOS DE USO COMUM

EQUIPAMENTO COMUNITÁRIO

I CASA 43,07 m² Material + Mão de Obra

preendimento

ne RES JARDIM DAS ESMERALDAS

Tamanho Casa

43,07 m²

PROF. RESP.: LUIZ FABIO CHEREM

CREA/MG: 56.427/D

CPF: 724.655.816-00

ereço: RUA PROJETADA(Av. Barão da Boa Esperança)

to Industrial

Cidade Três Pontas - MG

Telefone

Proprietário do terreno: CONSTRUTORA CHEREM LTDA

DATA-BASE: out-13

ponente:

SERVIÇO		Unid.	Quant.	Custo Unitário	Custo Total	%Item	%Total	
5.1	TELHADO	5.1.1	Estrutura de Madeira ou em Metal para telhas cerâmicas	m ²	61,70	64,19	3.960,52	51,14%
		5.1.2	Cobertura com telhas cerâmica tipo americana	m ²	61,70	52,48	3.238,02	41,26%
		5.1.3	Cumeeira com telha cerâmica embocada com argamassa	m	8,30	14,05	116,62	1,59%
		5.1.4						
SUBTOTAL					7.315,15	100,00%	18,10%	
5.2	IMPERMEABILIZAÇÃO	5.2.1	Barraço impermeável h=60cm	m ²	14,88	55,80	532,70	60,68%
		5.2.2	Sistema Rígido sobre fundação	m ²	9,20	37,54	345,22	39,32%
		5.2.3						
SUBTOTAL					877,92	100,00%	2,17%	
5.3	TRATAMENTO	5.3.1	Isolamento Térmico					
		5.3.2	Isolamento Acústico					
SUBTOTAL								
CUSTO TOTAL DO ITEM					8.193,07			
6.1	REVESTIMENTO INTERNO	6.1.1	Chapisco	m ²	113,50	3,40	383,90	13,39%
		6.1.2	Emboço					
		6.1.3	Reboco					
		6.1.4	Emboço Paulista	m ²	113,50	15,93	1.808,06	62,73%
		6.1.5	Gesso corrido desempenado (teto banheiro)	m ²	3,72	12,54	46,65	1,62%
		6.1.6	Cerâmica assentada na parede (Banheiro)	m ²	9,86	26,58	262,08	9,09%
		6.1.7	Azulejo Branco assentado (Cozinha)	m ²	12,48	26,58	331,72	11,51%
		6.1.8	Azulejo Branco (serviço)	m ²	1,80	26,58	47,84	1,66%
SUBTOTAL					2.882,25	77,74%	7,13%	
6.2	REVESTIMENTO EXTERNO	6.2.1	Chapisco	m ²	120,26	3,40	408,88	17,59%
		6.2.2	Emboço	m ²				
		6.2.3	Reboco	m ²				
		6.2.4	Emboço Paulista	m ²	120,26	15,93	1.915,74	82,41%
SUBTOTAL					2.324,63	100,00%	5,75%	
6.3	FORRO	6.3.1	Gesso	m ²				
		6.3.2	Madeira	m ²				
		6.3.3	Especial	m ²				
		6.3.4	PVC	m ²	33,65	17,34	583,49	100,00%
		6.3.5						
SUBTOTAL					583,49	100,00%	1,44%	
6.4	PINTURA	6.4.1	Tinta Acrílica sem massa corrida	m ²				
		6.4.2	Latex/PVA interno 2 demãos	m ²	98,78	7,54	744,80	33,04%
		6.4.3	Latex acrílica externo 3 demãos	m ²	120,26	11,52	1.361,34	60,39%
		6.4.4	Latex/PVA Externo					
		6.4.5	Esquadria de madeira	m ²	5,04	12,02	60,58	2,69%
		6.4.6	Esquadria de ferro	m ²	4,96	21,55	87,11	3,88%
SUBTOTAL					2.254,13	100,00%	5,58%	
CUSTO TOTAL DO ITEM					8.044,50			
7.1	MADEIRA	7.1.1	Contrapiso/regularização					
		7.1.2	Tacos					
		7.1.3	Tabua Corrida					
SUBTOTAL								
7.2	CERÂMICA	7.2.1	Contrapiso					
		7.2.2	Lisa					
		7.2.3	Cerâmica	m ²	43,07	26,96	1.161,17	100,00%
		7.2.4	Rejuntamento					
SUBTOTAL					1.161,17	100,00%	2,87%	
7.3	CARPETE	7.3.1	Contrapiso / regularização					
		7.3.2	Forração					
		7.3.3	Carpete					
SUBTOTAL								
7.4	CIMENTADO	7.4.1	Contrapiso	m ²	43,07	19,58	843,31	39,23%
		7.4.2	Camada drenante sob piso com brita 1 e 2	m ²	2,15	89,29	192,29	8,94%
		7.4.3	Passivo em concreto desempenado (Passivo de Acesso à Casa à Via Pública)	m ²	4,50	38,51	173,30	8,06%
		7.4.4	Passivo em concreto desempenado (Passivo de Entorno da Casa)	m ²	24,43	38,51	940,80	43,76%
SUBTOTAL					2.149,69	100,00%	5,32%	
7.5	RODAPÉ, SOLEIRAS, PEITORIS	7.5.1	Rodapé em cerâmica	m	41,70	8,64	360,29	84,19%
		7.5.2	Soleiras em Ardósia Nacional	m	2,40	7,96	19,10	4,46%
		7.5.3	Peitoris em Ardósia Nacional	m	6,10	7,96	48,56	11,35%
		7.5.4						
SUBTOTAL					427,95	100,00%	1,06%	
CUSTO TOTAL DO ITEM					3.738,81			

