Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Dezembro de 2018

COMPARATIVO SUSTENTÁVEL E ECONÔMICO ENTRE A UTILIZAÇÃO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO E O TIJOLO CERÂMICO DE VEDAÇÃO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE TEÓFILO OTONI-MG

[1] Ruth Lopes Negreiros; [2]Gustavo Kaynan Gonçalves Nunes; [3]Matheus Caldeira Bispo; [4]Sávio Aguiar de Morais.

Resumo

O setor da construção civil consome grande quantidade de recursos naturais, o que leva a gerar uma quantidade significativa de resíduos sólidos, que na maioria das vezes são descartados de forma inapropriada, causando poluição ambiental. Diante deste cenário a engenharia civil vem buscando adaptar-se a projetos e construções que tendem a apresentar alternativas que leva a conservação dos recursos naturais. Nesse sentido, o tijolo solo-cimento pode ser uma alternativa para minimizar esses problemas ambientais de forma econômica, e garantir um projeto de qualidade e economicamente viável para a sociedade. Sendo assim essa pesquisa tem como objetivo comparar o tijolo solo-cimento com o tijolo cerâmico com a finalidade de analisar os aspectos econômicos e sustentáveis de cada um, além de descrever as vantagens e desvantagens da utilização dos tijolos na execução da obra, visando buscar o melhor material para a construção de uma HIS (Habitação de Interesse Social) na cidade de Teófilo Otoni-MG, o que justifica esse estudo comparativo do tijolo solo-cimento com o tijolo cerâmico. A metodologia utilizada nesse estudo tem natureza quantitativa e descritiva, baseando-se em levantamento de dados e revisão bibliográfica fundamentada em artigos científicos, livros e periódicos referentes ao uso do tijolo solo-cimento, tijolo cerâmico e HIS.

Palavras-chave: Tijolo solo-cimento. Tijolo cerâmico. Sustentabilidade. Construção.

BRICK SOILS-CEMENT AND CERAMIC BRICK OF SEALING AND HAUSING OF SOCIAL INTEREST IN THE TEÓFILO-OTONI MG CITY

The construction industry consumes a large amount of natural resources, which leads to the generation of a significant amount of solid waste, which is often disposed of inappropriately, causing environmental pollution.Given this scenario, civil engineering has sought to adapt to projects and constructions that tend to present alternatives that

[1] Professora nas Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni – MG; Graduada em Engenharia Florestal pela UFRRJ – RJ; Especialização em Doenças de Plantas Pela UFLA- MG e Mestre em Docência Superior pela Universidade de Matanzas – Cuba e- mail ruth.to@doctum.edu.br

[2]Graduado em Engenharia Civil pelas Universidades Unificadas de Teófilo Otoni – MG – e - mail gustavokaynan@hotmail.com

[3]Graduado em Engenharia Civil pelas Universidades Unificadas de Teófilo Otoni – MG e - mail matheuscb93@hotmail.com

[4]Graduado em Engenharia Civil pelas Universidades Unificadas de Teófilo Otoni – MG e- mail savio05@live.com

lead to the conservation of natural resources. In this sense, soil-cement brick can be an alternative to minimize these environmental problems economically, and guarantee a quality and economically viable project for society.Therefore, this research aims to compare soil-cement brick with ceramic brick in order to analyze the economic and sustainable aspects of each one, as well as to describe the advantages and disadvantages of the use of the bricks in the execution of the work, aiming at finding the best material for the construction of a HIS (Social Interest Housing) in the city of Teófilo Otoni-MG, which justifies this comparative study of soil-cement brick with ceramic brick.The methodology used in this study has a quantitative and descriptive nature, based on data collection and bibliographic review based on scientific articles, books and periodicals related to the use of soil-cement brick, ceramic brick and HIS.

Keywords: Brick Soil-cement. Ceramic Brick. Sustainability. Construction.

1 Introdução

A sustentabilidade é um tema que muito tem sido abordado ultimamente em debates, reuniões, jornais, revistas, internet, entre outros, pois a cada dia se busca um desenvolvimento sustentável que agregue o aspecto: econômico, social, ambiental e cultural da população. Buscando um melhor aproveitamento dos recursos naturais que estão cada vez mais escassos visando assim à diminuiçãodos impactos ambientais para que a vida das futuras gerações não seja comprometida.

Sabe-se que o setor da construção civil consome grande quantidade de recursos naturais além de gerar uma ampla quantidade de resíduos sólidos que muitas vezes são descartados de forma inapropriada, causando com isso poluição ambiental. Desta forma, a engenharia civil tem buscado adaptar-se a projetos e construções que tendem a apresentar alternativas voltadas para a conservação dos recursos naturais. Diante dessa necessidade, o tijolo solo-cimento produzido de maneira ecologicamente correta pode ser um alternativa de produto para minimizar esses problemas ambientais. Além de poder ser produzido *in loco* o tijolo, o custo da construção irá diminuir consideravelmente. Garantindo um projeto de qualidade e economicamente viável para a sociedade.

Atualmente o tijolo cerâmico é o material mais utilizado no setor da construção civil, isso se deve pela sua consolidação no mercado e por ser um tijolo conhecido por toda a população. Porém o uso desse tijolo tem trazido danos ambientais uma vez que sua fabricação passa por um processo de queima da madeira emitindo gases poluentes na atmosfera além das florestas sofrerem um desmatamento continuo para

alimentar os fornos. Outro fator que deve ser considerado é o desperdício do material desde o transporte até o uso na execução da construção.

O que justifica esse estudo comparativo do tijolo solo-cimento com o tijolo cerâmico é a necessidade de se conseguir um material que seja viável tanto ecologicamente quanto economicamente, possibilitando o aumento da qualidade das construções fazendo com que isso traga uma melhoria de vida para a população. Principalmente os menos favorecidos financeiramente.

Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivo comparar o tijolo solo-cimento com o tijolo cerâmico com a finalidade de analisar os aspectos econômicos e sustentáveis de cada um além de descrever as vantagens e desvantagens da utilização dos tijolos na execução da construção visando buscar o melhor material para a construção de uma HIS (Habitação de Interesse Social) na cidade de Teófilo Otoni-MG.

A metodologia utilizada nesse estudo tem uma natureza quantitativa e nível descritivo baseando-se em levantamento de dados e revisão bibliográfica fundamentada em: artigos científicos, livros e periódicos que tinham como assunto o tijolo solo-cimento tijolo cerâmico e HIS. Além disso, buscou-se na Prefeitura de Teófilo Otoni um projeto arquitetônico de uma casa popular em que foi feito uma tabela de custos em cima desse projeto para analisar a viabilidade dos tijolos na construção de alvenaria e acabamento. Para selecionar os materiais pertinentes nas pesquisas cientificas foi feito uma leitura desses instrumentos, para obter um conhecimento aprofundado sobre o tema e em seguida buscou-se selecionar os melhores dados para o desenvolvimento do trabalho. Foram priorizados os materiais datados nos últimos doze anos, com exceção de autores clássicos.

2 Revisão de literatura

2.1 Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade surgiu com a necessidade de corrigir os problemas oriundos do uso descontrolado dos recursos naturais ao longo dos anos no planeta. Assumindo assim um papel importante no desenvolvimento de técnicas que se configurou com o tempo e com responsabilidade ética e social (BARBOSA, 2008).

Já Silva (2017, p. 8), tem uma definição mais simples de sustentabilidade que pode ser entendida da seguinte maneira: “Consumir os produtos sem que haja um esgotamento dos recursos naturais dos quais esses produtos são oriundos”.

Nos dias atuais a palavra sustentabilidade é uma expressão que permeia todos os segmentos econômicos e todas as camadas da sociedade globalizada. “Apesar disso ou, talvez, por isso mesmo são encontrados, diferentes conceitos de sustentabilidade” (SILVA, 2017, p. 8).

De acordo com a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) (2017), a cada dia a sustentabilidade tem assumido uma importância maior dentro da sociedade e principalmente nas empresas que buscam alternativas sustentáveis para seus processos e serviços a fim de se destacarem no mercado. O grande desafio, entretanto, está no equilíbrio entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Sendo assim Correa e Vieira (2009), destacam que desenvolvimento sustentável é construído sobre três vertentes muito importantes que é: o desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e a proteção ambiental.

Desta forma, a sustentabilidade é uma consequência de um planejamento correto e organizado que visa um desenvolvimento socialeconômico e também a conservação do meio ambiente e seus recursos (BARBOSA, 2008). Neste sentido a sustentabilidade não é só discutida com relação ao meio ambiente, ela engloba outros fatores como o aspecto social que visa uma qualidade de vida e um direito a cidadania para todos sem distinção nem preconceito e também o aspecto econômico que busca o fornecimento de produtos e serviços eficientes de uma maneira sustentável. Contribuindo assim, para a redução dos impactos ambientais e do uso exagerado dos recursos naturais.

Segundo Souza (2011), com as questões ambientais sendo uns dos assuntos mais discutidos no mundo atual o número de empresas que vem aderindo o conceito de sustentabilidade vem crescendo a cada dia com politicas e práticas ecológicas em sua gestão. Fazendo com que seu nível de atuação no mercado cresça, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável.

Dados estatísticos comprovam que as empresas que aderem as práticas sustentáveis são muito valorizadas no mercado e tem sua imagem vista de uma forma positiva perante a sociedade além de contribuírem para a conservação do meio ambiente (CEMIG, 2017). Por isso é muito importante essa busca de alternativas que visem à qualidade de vida da população atual e também das gerações futuras.

Conforme estudos, a construção civil é um dos setores que mais consome recursos naturais do planeta e também umas das atividades que mais causam impactos ambientais (VERONEZZI, 2016). Isso se dá pela grande emissão de gases poluentes nas cidades com os resíduos lançados em locais inapropriados, consumo de energia exagerado, entre outros.

Segundo Veronezzi (2016), no Brasil o setor da construção consome 35% de todos os materiais tirados da natureza anualmente, além disso, 50% da energia produzida são usadas pra abastecer as casas da população.

Sabe-se também que as construções empregam materiais que consomem muita energia no seu meio de fabricação, alguns exemplos são: o vidro, a cerâmica e o cimento, trazendo assim um prejuízo para o meio ambiente (VALLIM, 2008).

De acordo com Spadotto et al., (2011) a construção civil é um dos grandes responsáveis pelo impactos causados ao meio ambiente, ao meio social e econômico. Podendo gerar de pequenos a grandes impactos.

Já Segundo Diligenti (2010), o setor civil é responsável por grande parte da degradação do meio ambiente devido ao consumo excessivo de recursos naturais da demanda por matéria-prima industrializada e da geração de resíduos.

Para minimizar esses impactos ambientais nas últimas décadas do século XX, os profissionais da engenharia civil começaram a desenvolver o conceito de construção sustentável (VERONEZZI, 2016).

Segundo Spadotto et al., (2011) podem ser feitas algumas medidas simples afim de diminuir os minimizar esses impactos, como: a organização e planejamento da obra, reaproveitamento e reciclagem de materiais provenientes de demolições e construções e utilização de materiais considerados sustentáveis.

Porém,mesmo com o conceito de construção sustentável, não existe no setor da engenharia obras e materiais que não geram impactos ambientais. No entanto o que se busca são alternativas que possam diminui-los de maneira considerável. (ANTUNES; LAUREANO, 2008 *apud* WACLAWOVSKY; ALVES, 2010).

Figueiredo (2016) define construções sustentáveis como: aquelas que se relacionam de forma responsável com o meio ambiente e com a sociedade. Trazendo conforto, saúde e qualidade de vida, além de gerar uma economia de custos para os investidores e proprietários. Como por exemplo, nos materiais sustentáveis e com a redução do consumo de energia.

Dessa forma o setor da construção civil busca incorporar práticas que visam a sustentabilidade, pois os órgãos competentes ao setor já estão alertando e incentivando para que o planejamento e execução da obra seja feita de forma diferenciada, buscando adaptar medidas viáveis no projeto, tanto econômica quanto ecológica, para garantir empreendimento de qualidade (CORREA; VIEIRA, 2009).

De acordo com Corrêa (2009), para uma construção ser considerada sustentável ela tem que atender a quatro fatores: adequação ambiental; viabilidade econômica; justiça social e aceitação cultural.

E para que essas construções sejam consideradas sustentáveis, alguns órgãos certificadores avaliam critérios utilizados nas construções. Alguns deles se destacam, e eles são: o norte americano LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que em português significa Liderança em Energia e Design Ambiental, o francês HQE (Haute Qualité Environnementale) que em português significa Alta Qualidade Ambiental e o brasileiro AQUA (Alta Qualidade Ambiental) (WACLAWOVSKY; ALVES, 2010).

De acordo com Figueiredo (2016), os cinco principais critérios que os certificadores avaliam são: a redução do consumo da água, eficiência energética, qualidade ambiental interna e externa, espaço sustentável e o uso de materiais que contribuem para a sustentabilidade.

Segundo Roaf et al., (2009), com a tecnologia atual a maioria das construções já deveriam estar sendo executadas de forma sustentável. Porém o setor da construção precisa adotar esses métodos e investir para que novas ideias sejam incorporadas visando à diminuição dos impactos ambientais que a cada dia traz mais consequências a qualidade de vida da humanidade, mas não é só setor da construção que deve mudar falta ainda a sociedade também se conscientizar e tentar viver de uma maneira mais consciente e responsável com a natureza.

2.2 Habitações de Interesse Social (HIS)

A Caixa Econômica Federal (CEF) (2017) define HIS como sendo um programa que busca proporcionar moradia para famílias, com renda mensal de até três salários mínimos, por meio da Ação Apoio do Poder Público.

Campos (2013) define amplamente HIS como habitações com o objetivo de solucionar a questão do déficit habitacional. Contudo, a necessidade de proporcionar

moradia digna para população faz com que seja indispensável a construção de HIS com o apoio mútuo do governo e de instituições ligadas à ele.

Esse tipo de programa estimula e proporciona a criação de novas técnicas e métodos construtivos para uma moradia sustentável devido ao seu público alvo que tem como necessidade buscar aproveitar ao máximo cada espaço disponível. Tornando um espaço compacto, confortável, ventilado e bem iluminado. Servindo de modelo para futuras construções que procuram inovar em aspectos de mesma proporção.

No Brasil, a necessidade de buscar alternativas para melhorar a moradia do povo brasileiro veio de problemas que interferem até na saúde pública. Devido à localização de bairros e/ou comunidades que não têm o mínimo de saneamento básico e pessoas vivem em situações precárias. Segundo Akaishi (2011), o crescimento desordenado sem nenhum planejamento e a desigualdade e a acesso a terrenos em condições mais favoráveis são situações que se tornam características das cidades brasileiras.

Esse problema social deve ser resolvido de forma conjunta com a questão habitacional urbana, pois não é somente de responsabilidade dos moradores de favelas e lugares impróprios. Por vezes, são as condições sociais e financeiras que os levam a esse caminho fazendo com que a maioria deles deixe de seguir a legalidade (GENOVOIS; COSTA, 2001).

Devido à cultura capitalista do país, muitas cidades têm suas regiões separadas de acordo com a classe social dos moradores. Supervalorizando grandes centros e bairros nobres. Havendo com isso uma oposição de áreas em que a topografia se encontra com a necessidade de adequação, mas que exige alto investimento.

Nesse contexto, a crescente demanda de melhor habitação para a população mais necessitada fez com que engenheiros criassem sistemas construtivos priorizando a rapidez, conforto, durabilidade, economia e o melhor aproveitamento de espaço possível. Já se encontra vários sistemas para se construir uma HIS, inclusive com a preocupação de ser uma construção sustentável. Trazendo benefícios não só para a população, mas também para o meio ambiente (GONÇALVEZ; SILVA, 2007).

Ainda de acordo com os autores supracitados são vários os tipos de sistemas construtivos para HIS, dentre eles cita-se:Com materiais cimentícios e madeira de reflorestamento;Paredes de concreto;Alvenaria estrutural com bloco de

concreto;Sistema Concreto-PVC;Sistema Integrado em Estrutura Metálica;Mobile Steel System;Sistema Container.

Os sistemas devem primar pela eficiência (...) “de maneira a otimizar os meios de produção e reduzir as incertezas” (SCHMIDT, 2013, p. 22).

O material para alvenaria mais tradicional no mercado da construção civil é o tijolo cerâmico que está presente na maior parte das construções no nosso país, principalmente nas HIS.

De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora, NBR15270-1/2005 o tijolo cerâmico é o “componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm” (ABNT, 2005).

O tijolo cerâmico é um material obtido a partir da argila e sua forma e dimensão é determinada por extrusão e após esse processo é feita a queima nos fornos com temperatura acima dos 900° (SOUZA; TAMAKI, 2005).

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (INMETRO) (2001) os tipos de tijolos mais encontrados são: os tijolos de vedação e os estruturais. Os de vedação são utilizados na execução de paredes, sem fins estruturais, com a finalidade de suportar seu peso próprio além de cargas menores como móveis e eletrodomésticos. Já os estruturais são utilizados também na execução de paredes, porém com finalidade estrutural para suportar cargas maiores, podendo substituir pilares e vigas.

O tijolo cerâmico de vedação é o mais utilizado nas construções, por ser um tijolo convencional e também por estar consolidado no setor Civil. Sua resistência à compressão é 1Mpa e sua unidade de compra é o milheiro. Além disso, existem varias formas e dimensões dos tijolos cerâmicos no mercado da construção civil (SOUZA; TAMAKI, 2005). “Os de uso mais comum atualmente são os tijolos de 4, 6 e 8 furos e ainda, em menor frequência, os tijolos de 2 furos e maciços”. (MARINHO; PENTEADO, 2011, p. 21).

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) (2008, p.10) “estudos arqueológicos indicam a ocorrência de utensílios cerâmicos a partir do período pré-neolítico (25000 a.C.) e de materiais de construção, como tijolos, telhas e blocos, por volta de 5000 a 6000 a.C”.

Ainda de acordo com o SEBRAE (2008), a cerca de 4000 a.C peças cerâmicas como o tijolo foram utilizados em construções, fabricados na Mesopotâmia sem ter

ainda o processo do cozimento. Já os tijolos queimados foram encontrados a 3000 a.C na aplicação de revestimentos e muros de proteção.

No Brasil já existia há mais de 2.000 anos atividades de fabricação de cerâmicas e a origem da cerâmica foram na Ilha do Marajó com os índios, porém com estudos observou-se que outra cerâmica já existia na região da Amazônia há mais de 5.000 anos e foi em 1549 que as produções de material para a construção foi alavancada pelo governador Tomé de Sousa com a finalidade de promover construções mais resistentes e melhores planejadas. Com esse incentivo,as olarias tornaram-se o primeiro marco das indústrias em São Paulo. Produzindo materiais como tijolos, telhas, vasos para o comércio local daquela época (SEBRAE, 2008; ANFACER, 2017). Porém conforme (RIBEIRO, 2013) o uso do tijolo convencional trás algumasdesvantagens como: uso da lenha no seu processo da queima, ocasionando desmatamento para o corte de árvores. Outra desvantagem é a grande emissão de gases poluentes na natureza pelos fornos na hora da queima e ainda nesse sentido Vasquez (2014), afirma que outras desvantagens podem ser observadas quando se trata de tijolo cerâmico como:Necessidade de alguns revestimentos para se chegar a uma textura lisa;Pouca produtividade na execução;Formato irregular;Quebra do material para passagem de tubulações e instalações.Causandogrande desperdício e obra suja, pela quantidade de resíduos gerados na execução da alvenaria. Além de tempo de execução elevado.Já Vasquez (2014), define as vantagens que o uso do tijolo cerâmico pode proporcionar como: Facilidade de aquisição e baixo custo dos elementosbom, desempenho térmico e acústico, grande popularidade e aceitação no mercado.Método de construção amplamente utilizado e conhecido pelos profissionais e resistência contra o fogo.

Diante Dessas variáveis entre vantagens e desvantagens surge então o tijolo solo- cimento definido porMotta el al., (2014) como um material produzido com a mistura entre solo, água e cimento. Seguindo as normas técnicas para o uso do tijolo.Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2017), o solo é a principal matéria-prima do tijolo solo-cimento e o cimento entra com uma dosagem de 5% a 10% do peso do solo sendo o suficiente para estabiliza-lo e atender as propriedades de resistências desejadas.

Logo, são considerados tijolos solo-cimento por permitirem a utilização do solo em seu processo de fabricação e por não precisar da queima como o tijolo cerâmico. Evitando assim, degradação do meio ambiente (SEBRAE 2017).

No Brasil, o interesse na utilização do tijolo solo-cimento surgiu a partir de 1936 com a regulamentação do seu uso pela ABCP. Inicialmente, o solo cimento foi utilizado na confecção de bases e sub-bases de pavimentos da estrada (PEREIRA; PEZZUTO, 2010).Começou a ser empregado nas construções no ano de 1948 no Rio de Janeiro em residências. No ano seguinte, em Manaus, veio o primeiro hospital construído com esse material. Um prédio de 10.800 m2, que ainda está em funcionamento e em boas condições de uso (FIGUEROLA, 2004).

Com o passar dos tempos, tornou-se de grande necessidade a evolução dos materiais usados na construção civil, com o olhar mais voltado a minimização da degradação ambiental.

Motta et al., (2010) afirma que esse tijolo possui resistência à compressão parecida com a do tijolo tradicional, mas a qualidade final é melhor pois ele tem as dimensões regulares e faces planas.

O solo-cimento é indicado para base e sub-base de pavimentos flexíveis, peças pré-moldadas de concreto, sub-base de pavimentos de concreto, além de muros de arrimo, fundações e alvenarias. No campo rodoviário serve também como contenção de encostas (ABCP, 2017).

Esse tipo de tijolo vem ganhando espaço em todo tipo de construção modular e é um material que pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais, sendo considerado um produto ecologicamente correto e sustentável quando comparado ao tijolo cerâmico (SEBRAE, 2010).

Contudo, apresenta algumas desvantagens que são apresentas por Motta et al., (2014) dentre nelas a necessidade de seguir rigorosamente as normas. Caso contrário, favorece o aparecimento de processos erosivos ao meio ambiente e ainda podegerar patologias na construção.

Outra desvantagem de acordo com Kleindienst (2016) A utilização do tijolo em grandes vãos e vigas em balanço devem ser evitadas, pois absorve mais umidade do que o tijolo cerâmico. Necessitando assim de mais impermeabilização. No caso de paredes com o tijolo a vista, caso seja necessário fazer algum reparo, é muito difícil não ficar evidente o conserto e é necessário encontrar tijolos com coloração semelhante para repor os danificados. O que não é tão simples assim, além dessas desvantagens pode-se citar também a mão de obra especializada para fabricação.

Segundo o SEBRAE (2017). O tijolo solo-cimento apresenta uma grande resistência no mercado, pois é um produto desconhecido pela maioria das pessoas. Além de tudo as empresas terão que ter um maior gasto com propagandas e marketing.

Se tratando das vantagens do tijolo solo – Cimento, Motta et al., (2014)afirma que as vantagens do tijolo solo-cimento se inicia no seu processo de fabricação a matéria-prima (solo) pode ser encontrada com abundância em todo o planeta e o seu processo pode ser feito manualmente. Não necessitando da queima do tijolo. Com isso evita-sea emissão de gases poluentes no meio ambiente.

Outra vantagem também da utilização desse material é a redução de custos do consumo de água, energia, além de impulsionar o desenvolvimento de novos materiais que contribuam para o mercado e para a diminuição dos impactos ambientais (MOTTA et al*.,* 2014).

Segundo o SEBRAE (2017) esse material traz vantagens, ambientais, econômicas, conforto e estética. De acordo com estudos feitos, os tijolos solo-cimento trazem uma economia de 20% até 40% comparando-a com uma construção com tijolo cerâmico. Esse material ainda traz redução em 30% do tempo de construção, pois as instalações e colunas embutidas nos furos fazem com que a carga e peso sobre as paredes sejam mais bem distribuídas.

O tijolo solo-cimento também funciona como um isolamento térmico, pois quando o dia estiver mais frios a temperatura interna é mantida mais elevada que o ambiente externo e no calor uma sensação de frescor (FIAIS; SOUZA, 2017).

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

3.1 Classificação da pesquisa quanto aos fins

O presente estudo classifica-se como uma pesquisa quantitativa, pois utiliza métodos mais voltados para a matemática e a estatística como, por exemplo: gráficos e tabelas, em que se busca uma objetividade e confiabilidade dos resultados representados através de números (ZANELLA, 2011). A pesquisa tem um nível descritivo e comparativo podendo observar e descrever as características dos dois materiais de estudo para que o objetivo do trabalho seja concluído.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica fundamentada em uma ampla revisão de literatura que de acordo com Amaral (2007), é uma etapa fundamental em todo trabalho cientifico. Tendo em vista à necessidade de embasamento teórico para que as investigações possam ser confirmadas ou não nos resultados do trabalho.

Este trabalho também apresenta um levantamento de dados realizado por uma tabela de custos que foi pesquisado e coletado os preços dos materiais necessários para a construção das etapas de revestimentos e acabamentos da alvenaria de uma Habitação de Interesse Social (HIS) em Teófilo Otoni-MG e através dos resultados obtidos na tabela foi feito o comparativo utilizando o tijolo solo-cimento e o tijolo cerâmico.

3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios

Foi realizado um estudo bibliográfico, com artigos, revistas, livros, monografias e documentos públicos, para obter uma descrição sobre a utilização do tijolo solo-cimento e do tijolo cerâmico dentro da engenharia civil.Quais vantagens e possíveis desvantagens de cada tijolo, levando em consideração os aspectos econômicos e sustentáveis de cada um para que o objetivo do trabalho fosse concluído.

Os critérios para organização e inclusão das referências no estudo foram: disponibilizar na integra e não na forma resumida e em língua portuguesa.Ter sido publicado no período de 2005 a 2017 com exceção dos autores clássicos e para os livros procurou-se escolher os autores mais relevantes.

Para o levantamento de dados dos custos dos tijolos foi utilizado como referência a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Indicies da Construção Civil (SINAPI), além de sites de empresas reconhecidas na fabricação de tijolos solo-cimento.

3.3 Tratamento de dados

Foi realizada uma busca bibliográfica no intuito de conhecer as pesquisas já realizadas sobre o tema proposto. O método de análise foi feito por meio da leitura das obras que tinham como tema principal os tijolo solo-cimento e tijolo cerâmico. Notou-se que existem poucas propostas especificas similares, e por consequência

disso, identificam-se muitas contribuições que esse trabalho pode proporcionar para a engenharia civil.

Após a leitura das fontes pesquisadas, as informações foram organizadas buscando mencionar os dados mais importantes para que fosse feito o referencial teórico de maneira objetiva e clara. Sempre tentando correlacionar as ideias dos autores com dados da atualidade vinculando matérias acadêmicas ministradas durante o curso, além de fornecer pontos de vista pessoais, porém de maneira técnica, com o objetivo de mencionar de maneira abrangente e impessoal as concepções do material pesquisado.

Além desses estudos foi utilizado um projeto popular da prefeitura de Teófilo Otoni como referência de HIS para o estudo (Anexo A). Para favorecer o comparativo de custos da utilização do tijolo solo-cimento e o tijolo cerâmico nessa construção foi utilizada também a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Indicies da Construção Civil (SINAPI) que é a tabela de referência para preços de materiais para obras de licitação pública elaborada pela Caixa Econômica Federal. Além dos sites Terramax tijolos e ponto eco tijolos. Para obter o preço do tijolo solo-cimento. Para o comparativo sustentável foi utilizado somente conceitos e estudos dos autores a respeito da contribuição dos dois tijolos para o meio ambiente, tentando expor os dados mais atuais possíveis. Os dados do comparativo de custo são apresentados em forma de tabela e as somas foram feitos de forma automática com o auxílio do programa Microsoft Office Excel, com fórmulas de somatório e multiplicação.

As discussões apresentadas nesse trabalho foram elaboradas tanto por levantamento de dados quanto levantamento bibliográfico e desta maneira chegou-se à conclusão desse estudo.

4 Resultados e discussão

Segundo Lima et *al*., (2015) a construção civil gera uma grande quantidade de resíduos no meio ambiente, sendo 70% de obras de pequeno porte e 30% de obras formais.

Seguindo esse mesmo pensamento, Medeiros (2012) afirma que a busca de construções de menor impacto ambiental é fundamental para o setor civil. Pois esse é considerado o terceiro setor que mais polui o meio ambiente.

Segundo Figueiró (2009), a maior parte do desperdício em uma construção vem da alvenaria. Fazendo com que a atenção seja voltada em procurar métodos e materiais mais eficientes na redução do desperdício.

Em atenção a esta afirmação surge à necessidade de adotar novas técnicas de construção que aperfeiçoe esse processo, com a finalidade de buscar construções cada vez mais sustentáveis.

Diante desse cenário percebeu-se que o tijolo cerâmico gera na sua aplicação um desperdício considerável de material, pelo fato de o profissional necessitar fazer quebras para encaixe do tijolo nas paredes quando necessário, além de recortes para passagem de fios e encanamentos. Mas isso pode ser sanado com o uso do tijolo solo-cimento, que apresenta eficiência no encaixe das peças na hora da execução da alvenaria. Não necessitando, portanto, de cortes e quebras na hora da aplicação. Devido à sua forma geométrica e design que se alinham e também possui facilidade na passagem de fios e canos pois seus furos permitem embutir as instalações elétricas e hidráulicas sem a necessidade de quebras gerando assim menos resíduos na construção e consequentemente tornando a obra mais limpa e sustentável.

No estudo de Santana et al., (2013) eles explicam que as fábricas de tijolo cerâmico utilizam materiais como óleo diesel e lenha no processo de queima. O que causa uma degradação ao meio ambiente, pelo fato de emitirem gases poluentes na atmosfera e pelo alto consumo de energia gasto pelos fornos e também pela extração de madeira em grande escala que muitas vezes são feitos de forma irregular sem uma devida fiscalização. Ocasionando em desmatamentos na natureza. Além disso, a matéria-prima que é a argila é extraída do solo sem reposição e sem as especificações ambientais exigidas, comprometendo assim a qualidade do solo.

Apesar dessas desvantagens, o tijolo cerâmico pode ser empregado nas construções,logo após seu processo de queima, pois ele atinge sua resistência exigida já dentro dos fornos não necessitando do processo de cura o que garante uma agilidade na produção deste material, gerando aumento de pedidos em grande escala.

Em se tratando do tijolo solo-cimento, Pisani (2005) afirma que o tijolo solo-cimento necessita de aproximadamente 28 dias de cura para que sua resistência total seja atingida. O que se torna um problema para as empresas, pois a alta demanda de tijolos nas obras para a alvenaria exige uma grande produção desses tijolos.

Levando em consideração a questão da sustentabilidade, esse tijolo não necessita do processo de queima na sua produção. Sua fabricação é obtida com a mistura de solo, água e cimento, geralmente em prensas hidráulicas ou manuais e a cura é realizada naturalmente em locais fechados contribuindo assim para a conservação do meio ambiente. Outra vantagem ecológica observada no tijolo solo-cimento é o reaproveitamento e a reutilização de entulhos que podem ser usados na sua composição, o que favorece a redução dos resíduos das construções civis de serem depositados em locais inapropriados.

Entende-se então que esses dois materiais apresentam tanto vantagens quanto desvantagens na sua utilização e fabricação, porém com o atual modelo de gestão ambiental em que se buscam construções mais limpas e sustentáveis a escolha do material é um fator extremamente importante e nesse caso o tijolo solo-cimento se torna ecologicamente mais eficiente e correto do que o tijolo cerâmico.

Mesmo com esses benefícios ao meio ambiente o tijolo solo-cimento é pouco utilizado no Brasil. Acredita-se que essa baixa procura se dá pela falta de conhecimento das pessoas, pela pouca divulgação e incentivo das empresas e engenheiros para o seu uso. Criando assim, uma resistência da sociedade à utilização deste material. Porém com a escassez dos recursos naturais e a necessidade de construções sustentáveis crescendo cada dia mais, as empresas devem buscar fazer estudos mais aprofundados a respeito desse material para enfim aumentarem sua produção em larga escala no mercado e consequentemente sua utilização nas construções em geral.

Em se tratando de economia, Oscar Neto (2010) revela em seu estudo algumas vantagens que o tijolo solo-cimento se destaca em relação ao tijolo convencional como: Diminui o tempo da construção em 30%, em relação ao tijolo convencional devido ao encaixe perfeito que favorecem o prumo e alinhamento da parede além de não necessitar das etapas de reboco, chapisco e pintura.Redução no uso de fôrmas para pilares e vigas em quase zero; Economia de 70% em concreto e argamassa. O formato do meio tijolo dispensa o recorte e quebras do tijolo na hora do assentamento. Levando a uma economia em 100% no aproveitamento do material.

Ainda de acordo com Oscar Neto (2010), o sistema construtivo com tijolo solo-cimento traz para a construção de 20 a 40% de economia com relação ao sistema construtivo com tijolo cerâmico e um dos motivos é que não há desperdício como há

no cerâmico, pois em uma obra com o material convencional que é o cerâmico cerca de um terço do material utilizado vai para o lixo.

Em seu estudo Magalhães (2010), se propôs a avaliar a economia em uma habitação de 55m² sendo os preços dos materiais levantados em lojas da região de São José dos Campos em São Paul. A partir disso, a autora concluiu que a utilização do tijolo solo-cimento reduziria o custo com materiais em 20% e com mão de obra em 63% gerando um custo final da construção da alvenaria reduzido em 45%.

A fim de apresentar um comparativo de custo entre os dois tipos de tijolos em uma construção de Habitação de Interesse Social de 40,16 m² na cidade de Teófilo Otoni, foram calculados os preços de materiais e mão de obra que seriam gastos na execução do projeto, conforme se pode perceber nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Custo da alvenaria e acabamento de uma Habitação de Interesse Social utilizando o tijolo solo-cimento

Materiais	Quantidade	Unidade	Custo Unitario (R$)	Custo Total (R$)
Tijolos	5360	un	1,50	8.040,00
Chapisco(Areia media + Cimento)	0	m²	-	-
Reboco(Areia Fina +Cimento + cal)	0	m²	-	-
Argamassa para Revestimento traço 1:8	0	Kg	-	-
Cola branca PVA	30,8	L	13,29	409,33
Rejunto cerâmico flexivel	92,4	Kg	3,05	281,82
Resina acrilica impermeabilizante	20	L	16,36	327,20
Tintas, seladores	0	L	-	-
Pedreiro, Pintor	315	h	13,73	4.324,95
Ajudantes	315	h	9,99	3.146,85
Total				16.530,15

Fonte: Autores (2017)

Tabela 2 – Custo da alvenaria e acabamento de uma Habitação de Interesse Social utilizando o tijolo cerâmico

Materiais	Quantidade	Unidade	Custo Unitario (R$)	Custo Total (R$)
Tijolos	2310	un	0,52	1201,20
Chapisco(Areia media + Cimento Portland)	92,4	m²	58,07	5365,67
Reboco(Areia Fina +Cimento Portland + cal)	92,4	m²	70,00	6468,00
Argamassa para Revestimento	271,76	kg	0,41	111,42
Cola branca PVA	0	L	-	0,00
Rejunto flexivel	0	kg	-	0,00
Massa acrilica	108	kg	2,50	270,00
Tintas, seladores	28,8	L	12,48	359,42
Pedreiro, Pintor	600	h	13,73	8238,00
Ajudantes	600	h	9,99	5994,00
Total				28007,71

Fonte: Autores (2017)

Conforme a análise das Tabelas 1 e 2 observou-se que a utilização do tijolo solo-cimento na construção de uma alvenaria e acabamento para HIS de 40,16 m2

gera uma economia de R$ 11.477,56 quando comparado ao tijolo cerâmico o que representa aproximadamente 41% de economia final na execução, levando em consideração materiais e mão de obra. Mas o que se pode perceber nos resultados finais, é que o ganho na utilização do tijolo solo cimento está agregado no acabamento da obra. Visto que esse tijolo não necessita de revestimento e pintura, pois seu acabamento é feito somente com resina e rejunte. O que é confirmado por Santos (2009), em que ele assegura que o tijolo solo-cimento pode ser deixado à vista sem necessitar das etapas de revestimento e pintura das paredes por apresentar uma perfeição nas suas dimensões e no seu encaixe na hora da execução. Proporcionando assim, um perfeito acabamento e reduzindo o custo final da construção.

Essa economia no custo final da construção com o tijolo solo-cimento é entendida como uma solução lucrativa para as construções de HIS, já que esse tipo de construção objetiva viabilizar o acesso à moradia adequada àspopulações de baixa renda. Outro fator a considerar é a minimização dos gastos de recursos naturais. Contribuindo assim para os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tijolo solo-cimento é considerado ecologicamente correto por não utilizar o processo de queima, como o tijolo cerâmico, o que evita a emissão de gases poluentes na natureza, os desmatamentos, e reduz o consumo de energia.

O descarte de materiais nas construções utilizando o tijolo solo-cimento é praticamente zero e isso reduz o desperdício nas obras. Além disso, se houver resíduos tem-se a opção de reaproveitar e reutilizar esses na composição do tijolo Contribuindo assim para o meio ambiente.

Depreende-se, portanto, que o tijolo solo-cimento apresenta características mais sustentáveis do que o tijolo cerâmico pelo seu tipo de fabricação e pela sua execução nas construções. Com isso, visando à diminuição dos impactos ambientais e um melhor aproveitamento dos recursos naturais no setor civil o tijolo solo-cimento seria uma melhor alternativa de material para a construção.

Neste sentido, percebe-se que, o tijolo solo-cimento possui um grande potencial de crescimento no Brasil. Em especial nas construções de HIS. No entanto é

necessário incentivo e divulgação por parte das empresas e profissionais da área, demonstrando os seus benefícios ambientais e econômicos.

Em relação ao custo percebeu-se que o tijolo solo-cimento apresentou uma melhor viabilidade, principalmente, por não necessitar das fases de reboco, chapisco e pintura. Trazendo assim, uma agilidade no processo executivo. Levando assim, a uma economia de materiais e mão de obra no final da construção. Quanto ao fator ecológico, pôde-se perceber a quantidade de recursos ambientais que serão poupados já que não será necessário revestimentos.

De maneira geral conclui-se que: O tijolo solo-cimento é o material mais viável para construção de uma HIS tanto na parte sustentável quanto na parte econômica,porém só serão aplicados efetivamente quando a sociedade entender que é necessário desenvolver métodos construtivos mais conscientes e menos danosos ao meio ambiente.

Referências

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. *Solo-cimento*. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento/>. Acesso em: 14 set. 2017.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 115250-1: *Componentes cerâmicos*. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação- Terminologia e requisitos de Projeto de Fundações. Rio de Janeiro, 2005.

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

AKAISHI, A. G. Desafios do planejamento urbano habitacional em pequenos municípios brasileiros. ***Risco: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo,*** São Paulo, v. 2, n. 14, p.41-50, 2011. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/revista_risco/Risco14-pdf/02_art04_risco14.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

AMARAL, J. J. F. *Como fazer uma pesquisa bibliográfica.* Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2007.

ANFACER- Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. *Historia da cerâmica. 2017.* Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>. Acesso em: 09 set. 2017.

ARAÚJO, D. T. R.; BRITO, W. O. ***Avaliação do ciclo de vida na fabricação de tijolos cerâmicos na cidade de Monteiro-PB.*** **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. *Anais*..., Porto Alegre: Metodista, 23 a 26 de Novembro, 2015. Disponível em:

<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/II-011.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. *Revista* ***Visões,*** Rio de Janeiro, v.1, n.4, 2008. Disponível em: <http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf>. Acesso em: 01 set.2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Habitação de Interesse Social.* 2017. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_de_repasse_do_OGU/habitacao_interesse_social.asp>. Acesso em: 02 set. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *SINAPI: Tabela Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.* 2017. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 02 de set. 2017.

CAMPOS, J. S. ***Análise de métodos construtivos inovadores na construção de habitações de interesse social em São José dos Campos.*** 2013. 76 p. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São Jose dos Campos, 2013. Disponível em: <http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/2013/TG-IEI-2013_Juliano_.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. A Cemig e o futuro. *Sustentabilidade:* O desafio de crescer de maneira responsável, 2017. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/Paginas/sustentabilidade.aspx>. Acesso em 01 set. 2017.

CERÂMICA PRIMAVERA. *Processo produtivo.* 2017. Disponível em: <http://ceramicaprimavera.com.br/processo-produtivo.html>. Acesso em: 09 set. 2017.

CORREA, L. R. ***Sustentabilidade na Construção Civil.*** 2009. 70 p. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Construu%E7%E3o%20CivilL.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

DILIGENTI, M. et al. *Habitação unifamiliar sustentável:* Projeto de casa laboratório. Porto Alegre, 2010.

FIAIS, B.B; SOUZA, D. S de. Construção sustentável com tijolo ecológico. ***Revista Engenharia em Ação Uni Toledo,*** Araçatuba, v. 2, n. 1, p.94-108, 2017. Disponível em: <http://ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/download/2559/154.>. Acesso em: 15 set. 2017.

FIGUEIREDO, N. *O Impacto dos materiais em projetos e na construção de empreendimentos sustentáveis.Fórum da construção*, 2016. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=657>. Acesso em: 01 set. 2017.

FIGUEIRÓ, W. *O. Racionalização do processo produtivo de edifícios em alvenaria estrutural*. 2009. 88 p. Monografia (Especialização) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia de materiais e Construção, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Wendell%20Oliveira%20Figueir%F3%20-%20Vers%E3o%20final%20-%2030.01..pdf> Acesso em: 27 de out. 2017.

FIQUEROLA, V. Alvenaria solo-cimento.*Revista Téchne*, 2004. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/85/artigo286284-1.aspx>. Acesso em: 14 set. 2017.

GALASSI, C.; TAVARES, C. R. G. Processo produtivo de blocos cerâmicos. In: SIMPÓSIO MARINGAENSE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2013, Maringá. *Anais*..., Maringá: [s/n], 07 a 10 de Maio, 2013. Disponível em: <http://www.dep.uem.br/simepro/anais/index.php/simeprom/6_simepro/paper/download/9/10>. Acesso em: 09 set. 2017.

GENEVOIS, M. L. B. P.; COSTA, O. V. Carência habitacional e déficit de moradias: questões metodológicas. ***Scielo:*** **Scientific Electronic Library Online,** São Paulo, v. 15, n. 1, p.73-84, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v15n1/8591.pdf>. Acesso em: 03 set. 2017.

GONÇALVES, M. R. F., SILVA, A. C. S. B. **Sistema construtivo habitacional com materiais cimentícios e madeira de reflorestamento usado em habitações de interesse social na região sul do RS. In:** ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇOES E COMUNIDADES SUSTENTAVEIS, 4., 2007, Rio Grande do Sul. *Anais...* Rio Grande do Sul: UFPR, 2007. p 788-797. Disponível em: <http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_095.pdf>. Acesso em: 03 set. 2017.

ICEMEG – Equipamentos Metalúrgicos*. Fornos Cerâmicos.* 2005. Disponível em: <http://www.icemeg.com.br/fc.php>. Acesso em: 09 set. 2017.

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia. Informações ao consumidor. Produtos analisados. *Bloco Cerâmico(Tijolo),* 2001. Disponível em: <http://inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>. Acesso em: 05 set. 2017.

KLEINDIENST, E. *Você Conhece o Tijolo Ecológico?*São Paulo, 2016. Disponível em: < http://arquiteturaek.com.br/voce-conhece-o-tijolo-ecologico/>. Acesso em: 15 set. 2017.

LIMA, J. C de, et al. A viabilidade da utilização de tijolos de solo cimento na construção civil. ***Revista Toledo,*** São Paulo, v. 12, n. 12, p.1-10, 2015. Disponível em:

<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/view/5418/5151>. Acesso em: 26 out. 2017.

MAGALHÃES, L. Análise comparativa dos blocos de solo-cimento, de concreto e cerâmico utilizados na construção civil do sudeste brasileiro. *RevistaConstruindo*, Belo Horizonte, v.2, n.2, p.7-10, jul./dez. 2010.

MEDEIROS, C. M de. ***Ciencia, tecnologia e Inovação:*** ações sustentáveis para o desenvolvimento regional. In : CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. Palmas: [S/n], 2012. 10 p. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/341/2100>. Acesso em: 27 out. 2017.

MIX MÁQUINAS. *Tijolos ecológicos*. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.mixmaquinas.com.br/maquinatijoloecologico.html> Acesso em: 09 nov. 2017.

MOTA, J. D. et al. Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solo-cimento. In: SEMINÁRIO DA REGIÃO NORDESTE SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2., 2010, Campina Grande. *Anais*...,Campina Grande: [s/ n], 5. p, 2010. Disponível em: <http://docplayer.com.br/13542320-Utilizacao-do-residuo-proveniente-do-desdobramento-de-rochas-ornamentais-na-confeccao-de-tijolos-ecologicos-de-solo-cimento.html>. Acesso em: 14 set. 2017.

MOTTA, J. C. S. S. et al. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. *Revista e-xacta*, Belo Horizonte, v.7, n.1, p. 13-26, 2014. Disponível em: <http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/1038/665> Acesso em: 09 set. 2017.

NETO, Oscar. *Tijolo Ecológico é opção econômica para a construção civil:* Casas Ecológicas e Sustentáveis. Eco tijolos. São Paulo, 2010.

PENTEADO, P. T.; MARINHO, R. C. *Análise comparativa de custo e produtividade dos sistemas construtivos: alvenaria de solo-cimento, alvenaria com blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos de concreto na construção de uma residência popular.* 2011. 64 p. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/375/1/CT_EPC_2011_2_22.PDF>. Acesso em: 09 set. 2017.

PEREIRA, D. B; PEZZUTO, C.C. *Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos.In:*ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2010, Campinas. Anais..., Campinas: [s/n], 3.p, 2010. Disponível em: <http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/tijolo-solo-cimento.pdf>. Acesso em: 14 set. 2017.

PIRES,I. B. A. A utilização do tijolo ecológico como solução para construção de habitações populares. 2004. 54 p. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia

Civil, Universidade Salvador, Salvador, 2004. Disponível em: <http://convallis.com.br/site/wp-content/uploads/2016/02/Fabricar-o-tijolo-ecologico.pdf>. Acesso em: 14 set. 2017.

PISANI, J. M. Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento. *Revista Sinergia,* São Paulo, v.6, n.1, p. 53-59, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271829933_Um_material_de_construcao_de_baixo_impacto_ambiental_o_tijolo_de_solo-cimento>. Acesso em: 14 set. 2017.

RIBEIRO, L. R. C. Processo de produção e viabilidade do tijolo modular de solo-cimento na construção civil no estado do RN. 2013. 48 p. Monografia (Graduação) - Curso de Curso de Ciência e Tecnologia. Departamento de Ciências Ambientais Tecnológicas. Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2013. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TCC - BCT/TCC-LINCOLN RONYERE CAVALCANTE RIBEIRO.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.
ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. *Ecohouse:* a casa ambientalmente sustentável. 3. Ed. Bookman, 2009. 488p.

SANTANA, et al. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., 2013, Salvador. ***Tijolo ecológico versus tijolo comum:*** benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima. Salvador: Ibeas, 2013. 5 p. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/II-005.pdf>. Acesso em: 26 out. 2017.

SANTOS, M. P dos. **Fabricação de solo-cimento com adição de resíduos de madeira provenientes da construção civil.** 2009. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ISMS-7VZJYP/dissertacao_maxiliano_perdigao_dos_santos.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 out. 2017.

SANTOS, T. R; MARINHO, J. P; SOUZA, H. A de. Resíduos Sólidos Gerados pela construção civil em Goiânia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. *Anais*..., Porto Alegre: Metodista, 23 a 26 de Novembro, 2015. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/III-048.pdf> Acesso em: 02 nov. 2017.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Estudo de mercado. *Cerâmica vermelha para construções:* Telhas, tijolos e tubos, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/09/ESTUDO-CERAMICA-VERMELHA.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Fabricação Ecológica de Tijolos*. 2017. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-

tijolos-ecologicos,ce387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD> . Acesso em: 14 set. 2017.

SILVA, A. V***. Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará:*** da extração da matéria-prima à fabricação. 2009. 104 p. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.brasenic.com.br/bigot/bigot_2.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

SILVA, G. A. da S. A importância da analise do ciclo de vida de produtos na pauta da sustentabilidade. *Revista Meio Ambiente Industrial e Sustentabilidade*, São Paulo, v. 124, p.8, 2017.

SCHMIDT, V. L. Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto: análise das potencialidades do sistema. 2013. 90p. Monografia (Graduação)- Curso de Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em:<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79788/000897536.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 set. 2017.

SOUZA, C. T.; NUNES, A. G.; SOARES, M. J. Análise preliminar da resistência à compressão de tijolos ecológicos fabricados no município de Ipaba. *Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial*, Florianópolis, v. 3, n. 1, p.48-61, Julho, 2011. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/795/pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

SOUZA, R.de; TAMAKI, M. R. ***Gestão de Materiais de Construção.*** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 136 p.

SOUZA, M.; SEGANTINI, A.; PEREIRA, J. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n. 2, p. 205-212. 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a14.pdf >. Acesso em: 14 set. 2017.

SPADOTTO, A. et al,. Impactos ambientais causados pela construção civil. *Revista Unoesc & Ciência*: ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 2, p.173-180, 2011. Disponível em: <https://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/viewFile/745/pdf_232>. Acesso em: 01 set. 2017.

TERRAMAX tijolos ecológicos. *Os tijolos*. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <http://www.terramaxtijolos.com.br/os-tijolos.html>. Acesso em: 26 out. 2017
VALLIN, J. J. T. *Tecnologias para habitações mais sustentáveis*. Universidade Estadual de Campinas. Tecnologia em construção civil. São Paulo, 2008.

TIJOLOS ECO. *Materiais de construção*. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.tijolo.eco.br/shop/materiais-de-construcao/> Acesso em: 02 nov. 2017.

VASQUEZ, C. C. P. C. F. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares. *Revista Unilins*, São Paulo, [s/n], n.1, p.1-

17, 2014. Disponível em: <http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/download/193/188.>. Acesso em: 09 set. 2017.

VERONEZZI, F. *O Impacto da Construção Civil no Meio Ambiente*. *Fórum da construção,* 2016. Disponível em: < http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1827>. Acesso em 01 set. 2017.

WACLAWOVSKY, E. S. A; ALVES, S. M. As construções sustentáveis e o desenvolvimento sustentável do habitat humano. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3., São Carlos, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_123_795_16033.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

ZANELLA, L. C. H. *Metodologia de pesquisa.* 2.ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, 2011. 134 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4003006/mod_resource/content/0/Metodologia de Pesquisa.PDF>. Acesso em: 22 set. 2017.