

Assinado digitalmente por: Ruan
luri de Oliveira Guedes
O tempo: 20-10-2021 10:25:39



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

EDER SANTOS GONÇALVES

TIJOLO SOLO CIMENTO

**A UTILIZAÇÃO DO TIJOLO SOLO CIMENTO COMO ALTERNATIVA A
DEMANDA AMBIENTAL E ECONÔMICA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS
POPULARES**

ARIQUEMES-RO

2021

Assinado digitalmente por: Joao Victor da Silva
Costa
Razão: Sou responsável pelo documento
Localização: FAEMA - Ariquemes/RO
O tempo: 22-10-2021 20:05:12

Assinado digitalmente por: Lincoln de Souza Lopes
Razão: Sou responsável pelo documento
Localização: FAEMA - Ariquemes/RO
O tempo: 22-10-2021 20:49:29

EDER SANTOS GONÇALVES

TIJOLO SOLO CIMENTO

**A UTILIZAÇÃO DO TIJOLO SOLO CIMENTO COMO ALTERNATIVA A
DEMANDA AMBIENTAL E ECONÔMICA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS
POPULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção de grau em Engenharia Civil,
apresentado à da Faculdade de Educação
e Meio Ambiente – FAEMA.

Orientador: Prof. Esp. Ruan Iuri de
Oliveira Guedes

ARIQUEMES-RO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G635t Gonçalves, Eder Santos

Tijolo solo cimento: a utilização do tijolo solo cimento como alternativa à demanda ambiental e econômica na construção de casas populares. / Eder Santos Gonçalves. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021.

42 f. ; il.

Orientador: Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021.

1. Tijolo ecológico. 2. Cimento. 3. Aglomerantes. 4. Casas populares. 5. Construção Civil. I. Título. II. Guedes, Ruan Iuri de Oliveira.

CDD 624

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

EDER SANTOS GONÇALVES

TIJOLO SOLO CIMENTO

**A UTILIZAÇÃO DO TIJOLO SOLO CIMENTO COMO ALTERNATIVA A
DEMANDA AMBIENTAL E ECONÔMICA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS
POPULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção de grau em Engenharia Civil,
apresentado à da Faculdade de Educação
e Meio Ambiente – FAEMA.

Orientador: Prof. Ruan Iuri de Oliveira
Guedes

Banca Examinadora

Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Esp. Lincon S. Lopes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

ARIQUEMES-RO
2021

Sou grato a Deus pela minha família, que, pavimentou o meu caminho com muito trabalho, suor e sacrificio, e tem me fornecido suporte até o presente momento.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Orientador, pela dedicação em todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e incentivos.

Aos professores e colegas de curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A todos que, de algum modo, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

O homem é o animal para o qual somente o supérfluo é necessário, por tanto, a técnica é a produção do supérfluo e o esforço para poupar esforço.

José Ortega y Gasset

RESUMO

O crescimento da população brasileira, aliado a fenômenos como o êxodo rural, ocorrido principalmente a partir do ano de 1970 deixa o Brasil com um enorme déficit habitacional, o desafio dos governantes é grande, pois, a tarefa de organizar o país financeiramente para a construção de milhares de habitações não é das mais simples, e aos profissionais da construção civil a empreitada não parece muito mais facilitada, uma vez que recai sobre estes a incumbência de pesquisar materiais e técnicas construtivas que potencializem os recursos financeiros que comumente se apresentam em quantidade e qualidades insuficiente para realização da missão. Por outro lado, a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais é cada vez mais presente, trazendo situação extremamente incomôdas para a construção de moradias populares, uma vez que, a construção civil está entre as atividades que contribuem para a poluição e consumo de energia, também a que mais consome recursos naturais no planeta. Diante do presente cenário, este trabalho tem como objetivo, realizar uma revisão bibliográfica e apresentar o modelo construtivo, utilizando tijolos solo cimento como uma alternativa frente aos altos custos da construção civil, e mais precisamente nas construções de casas populares no Brasil. Objetivou-se também demonstrar as características do material supracitado, e o que o torna uma opção economicamente e ambientalmente viável quando comparado ao modelo de construção em alvenaria convencional. Como também, apresentar a importância da utilização do solo crú como material de construção no correr da história, expor também de forma detalhada o processo de produção dos blocos, assim como, os principais equipamentos utilizados durante a fabricação dos tijolos solo cimento. O estudo permitiu concluir-se que a utilização do tijolo solo cimento é viável econômica e ambientalmente, uma tecnologia amplamente acessível, substituindo com vantagens o a construção convencional de blocos ceramicos tradicionais.

Palavras-chaves: Terra, cimento, tijolo ecológico, aglomerantes.

ABSTRACT

The growth of the Brazilian population, allied to phenomena such as the rural exodus, which occurred mainly from the year 1970 on, leaves Brazil with a huge housing deficit, the challenge for government officials is great, as the task of organizing the country financially for construction of thousands of houses is not the simplest, and civil construction professionals do not seem to have much easier the project, since they are tasked with researching materials and construction techniques that leverage the financial resources that are commonly available in quantity and insufficient qualities to carry out the mission. On the other hand, the concern with the depletion of natural resources is increasingly present, bringing an extremely uncomfortable situation for the construction of affordable housing, since civil construction is among the activities that contribute to pollution and energy consumption, also the one that consumes the most natural resources on the planet. Given the present scenario, this work aims to carry out a literature review and present the construction model, using soil cement bricks as an alternative to the high costs of civil construction, and more precisely in the construction of popular houses in Brazil. It was also aimed to demonstrate the characteristics of the aforementioned material, and what makes it an economically and environmentally viable option when compared to the conventional masonry construction model. As well as presenting the importance of using raw soil as a building material throughout history, exposing in detail the production process of the blocks, as well as the main equipment used during the manufacture of soil-cement bricks. The study allowed to conclude that the use of the soil cement brick is economically and environmentally viable, a widely accessible technology, replacing with advantages the conventional construction of traditional ceramic blocks.

Keywords: Earth, cement, ecological brick, binders.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parte da Muralha da China Feita em Taipa de Pilão.....	22
Figura 2 - Protótipo Casa De Taipa De Pilão	24
Figura 3 - Casa de Adobe	24
Figura 4 - Casa de Taipa.....	25
Figura 5 – Materiais Para Confecção do Solo Cimento.....	26
Figura 6 - Modelos de Tijolos Solo Cimento Prensados.....	28
Figura 7 - Prensa de Tijolos Ecologicos Produzida Pela Empresa Saara	29
Figura 8 - Demonstração de Primeira Fiada.....	30
Figura 9 - Casa Finalizada, Construida Com de Tijolos Ecológicos.	31
Figura 10 - Forno Para Aquecimento do Tijolo Cerâmico Convencional.....	32
Figura 11 - Extração De Argila No Curso Da Água	33
Figura 12 - Impactos Ambientais da Cadeia de Construção Civil.....	34
Figura 13 - Casas Populares Construidas Em Tijolo Solo Cimento	35

TABELA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo De Custo Por M ² Entre Os Métodos Construtivos	36
Gráfico 2 - Comparativo De Custo De Mão De Obra Entre Os Métodos Construtivos	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões do Tijolo Solo Cimento	26
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
FAEMA - Faculdade de Educação e Meio Ambiente
ABCP - Associação Brasileira De Cimento Potland
SESP – Serviço Especializado em Saúde Pública
BTC - Bloco De Terra Comprimida
E.P.S – Poliestileno Expandido
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1. O SOLO CRU COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	21
1.1. ESTABILIZAÇÃO DO SOLO.....	22
1.2. HISTÓRICO DAS MORADIAS POPULARES DE TERRA CRUA NO BRASIL	23
2. O SOLO CIMENTO	25
2.1. PARAMETROS DE QUALIDADE	26
2.2. O TIJOLO DE SOLO CIMENTO	27
2.3. A PRODUÇÃO DO TIJOLO SOLO CIMENTO.....	28
3. AS EDIFICAÇÕES COM TIJOLO SOLO CIMENTO	30
3.1. TIJOLO SOLO CIMENTO COMO UM ALIADO NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.....	31
4. O TIJOLO SOLO CIMENTO COMO UM AGENTE SOCIAL E ECONÔMICO NA REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL	34
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

INTRODUÇÃO

A necessidade de construir um abrigo sempre foi uma característica própria do ser humano, tendo, o homem primitivo à sua disposição materiais abundantes na natureza, tais como, solo e madeira, construindo a partir destes insumos suas moradias (CORDEIRO et al, 2012).

Para Cordeiro et al, (2012) a medida que a madeira foi se tornando cada vez mais rara, o solo logo se tornou o principal material de construção dos primeiros homens que habitaram a Europa, diferentemente, os primeiros homens brasileiros utilizaram-se de produtos de origem vegetal, como principais materiais de construção, tais como, madeira e palha, com os quais construíam suas moradias.

Quando os portugueses chegaram ao Brasil rapidamente, implantaram suas técnicas construtivas entre elas, a utilização de terra crua para a edificação das paredes, até então as principais técnicas utilizadas eram a taipa de pilão e o adobe (CORDEIRO et al, 2012).

De acordo com Mieli (2009) a cidade de Ouro Preto, no estado de Minas Gerais é um exemplo de construção do Brasil colônia, onde sua parte histórica foi construída em terra crua, hoje é preservada e tombada como patrimônio histórico nacional.

Durante o início da colonização as classes portuguesas que possuíam melhor poder aquisitivo utilizavam a técnica de taipa de pilão e adobe para construir suas habitações, enquanto os menos abastados faziam uso do solo, porém utilizavam-se da técnica do pau a pique, uma vez que, nesta é utilizada mão de obra menos qualificada e apresentava rápida execução (SILVA, 2000).

Ainda segundo Silva (2000), os tijolos cerâmicos cozidos foram sendo adotados com mais frequência e gradativamente a construção com terra crua passou a ser considerada ultrapassada, e a técnica do pau a pique se tornou vilã, sendo considerada a grande responsável pela proliferação do besouro barbeiro, transmissor da doença de chagas, no ano de 1958 o governo brasileiro, através do Serviço Especial De Saúde Pública - SESP, realizou um estudo buscando conhecer detalhes da doença que naquele momento era uma epidemia, principalmente nas regiões norte e nordeste. O referido estudo informou que o inseto hospedeiro encontrava seu habitat ideal na casa do caboclo brasileiro, mais precisamente nas rachaduras das paredes, construídas precariamente com a técnica do pau-a-pique.

Embora o estudo indicasse caminhos para melhorias das habitações já existente, respeitando as identidades culturais e as tradições do sertanejo, o governo brasileiro passou a substituir as moradias tradicionais citadas por casas construídas com blocos cerâmicos e argamassas de cimento, acentuando mais o descrédito e o preconceito com a utilização de técnicas de construção tradicionais com terra crua.

Com o passar dos anos e o crescimento da população, as condições de vida e remuneração as obras residências a construção civil de maneira geral, se tornou mais complexa e sofisticada, tudo isso aliado a eventos, tais como, a revolução industrial, maior causa de alteração no ramo da construção civil (SILVA, 2000).

A crescente demanda e a provável escassez de recursos naturais em um futuro próximo, aliado a questões como, poluição do ar, dos rios e demais demandas ambientais, tem sido a base para uma crescente inquietação, que deu origem ao movimento conhecido como sustentabilidade (VAN BELLEN, 2005).

Segundo Van Bellen (2005), sustentabilidade é um conceito normativo e se traduz na obrigação de manter o desenvolvimento humano e ambiental em níveis minimamente razoáveis para as gerações vindouras.

No Brasil as primeiras pesquisas a respeito do tijolo solo cimento foram no ano de 1935, porém foi a partir de 1960 que os trabalhos realmente ganharam em volume e a técnica passou a ser efetivamente empregada na construção de residências e devido a uma série de características que tornam o material, ou BTC (bloco de terra comprimida) ambientalmente amigável, ele também é conhecido como tijolo/bloco ecológico (CORDEIRO et al, 2012).

Este trabalho não tem pretensão trazer o tijolo solo cimento como solução definitiva para todos os problemas ambientais e econômicos, todavia, deseja informar profissionais da construção civil e a população em geral das características positivas, e apresentá-lo como uma alternativa para construções de aço, E.P.S, e compósitos sintéticos de maneira geral, em algumas situações, a técnica milenar da terra crua comprimida é a mais viável.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar com base nos trabalhos científicos produzidos sobre o assunto a viabilidade ambiental e econômica na utilização do tijolo solo cimento na construção de casas populares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer os equipamentos e matérias utilizados na preparação dos blocos;
- Analisar a viabilidade técnica da utilização dos blocos na construção de edificações.

METODOLOGIA

Quanto à metodologia científica do presente trabalho, sob o ponto de vista e sua natureza ou finalidade, trata-se de uma pesquisa aplicada, gerando conhecimentos para a aplicação prática dirigida a solução de problemas específicos e envolve e interesses locais, do ponto de vista da forma de abordar o problema, essa será uma pesquisa quantitativa, uma vez que traduzem em números as opiniões e informações como meio de organiza-las.

Como processo técnico este trabalho usará a pesquisa bibliográfica, uma vez que será elaborada a partir de material escrito e gravado já publicados, constituído principalmente por artigos, simpósios, periódicos e livros, grande parte deles disponibilizados na internet sendo que os sites especializados em alojar trabalhos científicos utilizando palavras chave como solo, cimento, terra crua, estabilização, cal, sustentabilidade, durante a etapa de seleção do material usado como base para produção deste trabalho, a principal característica observada foi a contemporaneidade dos conteúdos, uma vez não foi delimitado data de publicação para a utilização do trabalho.

Sob o ponto de vista dos objetivos da pesquisa será uma pesquisa exploratória, pois envolve levantamentos bibliográficos, com base em dados extraídos de estudos publicados entre os anos de 1985 à 2021.

Durante o desenvolvimento deste trabalho será discorrido sobre o histórico do uso do solo como material de construção, da mesma forma, o leitor também terá uma visão sobre aplicação da estabilização do solo utilizando cimento durante a história também, será feito uma pesquisa expondo e os trabalhos científicos que testificam sobre a qualidade segurança das obras de tijolo solo cimento assim como as referidas normas que baseiam esse tipo de edificação, será descrito o processo de produção dos blocos ecológicos e em seguida realizado os apontamentos das características que tornam a utilização do tijolo solo cimentam ambientalmente amigável e economicamente viáveis.

As conclusões descritas aqui estão apoiadas em trabalhos científicos citados durante toda a etapa de produção.

REVISÃO DE LITERATURA

1. O SOLO CRU COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Segundo Silva (2000), construções de terra crua são aquelas em que o solo é utilizado para fazer as paredes seja ele compactado, na forma de tijolo crua, taipa de pilão, pau-a-pique, pães de barro e solo cimento. O autor ainda relata que apesar de todos os avanços tecnológicos a terra crua atualmente ainda é a material mais utilizada para produzir habitações.

Segundo Cytryn (1957), a terra crua foi o primeiro material de construção utilizado pelo homem em locais onde a aquisição de pedras e madeira mais dificultada, o domínio dessa técnica permitiu que o homem primitivo mudasse seu estilo de vida, uma vez que, antes de ser capaz de construir suas próprias habitações, sua existencia eram limitadas a áreas próximas as cavernas onde residiam.

A semelhança dos animais o homem logo aprendeu a utilizar o barro para edificar suas casas. Evidências indicam que a terra estabilizada foi utilizada por volta do ano 4000 A.C na vila de Siolk no Iran, mais precisamente, a técnica do adobe seco ao sol, assim como varias obras milenares de solo cru ao redor do mundo que resistem aos séculos e no Brasil a utilização da terra crua para construção de edificações se iniciou com a chegada dos europeus ao mais precisamente, os portugueses, a partir de 1500 (MIELI, 2009).

Os indígenas brasileiros que originalmente habitavam todo nosso país, não utilizavam o solo, mas sim, matéria-prima de origem vegetal como madeira e palha, com as quais, construíram suas ocas (MIELI, 1978).

Mieli (2009) ainda complementa que, assim como, outros elementos da cultura brasileira, a construção do Brasil colônia também sofreu influência dos indígenas e portugueses, uma vez que, o caboclo brasileiro utilizava o barro para edificar as paredes de sua casa e para instalação do telhado utilizavam palha, assim como, os indígenas brasileiros.

Figura 1 - Parte da Muralha da China Feita em Taipa de Pilão



Fonte: Nepomuceno, (2018).

1.1. Estabilização do Solo

Segundo Houben; Guillaud (1994) a estabilização confere ao solo características confere estabilidade dimensional, aumento da resistência à compressão, aumento na impermeabilidade, maior resistência à fissuração e consequentemente uma maior durabilidade, pode ser alcançada de três maneiras:

- Estabilização mecânica;
- Estabilização física;
- Estabilização química.

A estabilização mecânica consiste em, comprimir o solo eliminando os vazios e conferindo ao material maior estabilidade dimensional (HOUBEN; GUILLAUD, 1994).

A estabilização física consiste em, otimizar a granulometria do solo, facilitando o empacotamento do mesmo. Segundo a ABC (Associação Brasileira do Cimento Portland) a granulometria do solo é um fator determinante na dosagem necessária de cimento para estabilização do solo (HOUBEN; GUILLAUD, 1994).

A estabilização química consiste na adição de produtos químicos no solo que promovem a aglutinação das partículas, se as partículas irão ocasionar a estabilização do solo os principais produtos químicos utilizados para esta tarefa são o cimento, cal, betume e fibras (HOUBEN; GUILLAUD, 1994).

1.2. Histórico das Moradias Populares De Terra Crua no Brasil

No Brasil, a história da construção de moradias com terra crua começa oficialmente com a chegada dos portugueses no ano de 1500 (ALVES FILHO, 1984).

Segundo Alves Filho (1984), o padrão cultural das primeiras edificações construídas pelos colonos brasileiros sofreu muita influência por partes europeia, indígena e africana e em seu trabalho ele explana que as casas construídas em Portugal naquela época eram divididas em vários cômodos pequenos e ao chegar no Brasil se deparam com os indígenas e seus hábitos culturais, habitando em ocas multifamiliares os fizeram optar por construir suas casas com poucos cômodos, adotando dos indígenas brasileiros a técnica da construção do telhado em palha e madeira.

Os portugueses utilizavam o solo para produzir suas casas a partir das técnicas de pau-a-pique, taipa de pilão, pães de barro e Adobe (SILVA, 2000).

Conforme figura 03, as casas de pau a pique ou taipa eram construídas com painéis formados por varões de madeiras entrelaçados, amarrados entre si, que posteriormente eram preenchidos com barro, (SILVA 2000).

Para Motta et al, (2014) o adobe é um tijolo de terra crua geralmente estabilizado com fibras vegetais, com os quais era produzida uma alvenaria, geralmente com argamassa de terra crua, ou areia e cal, demonstrado na figura 02.

Na taipa de pilão a terra é compactada em formas de horizontais de madeira, em camadas de aproximadamente 15 centímetros até alcançar a altura desejada formando uma parede sólida e resistente (PINTO, 2015).

Figura 2 - Protótipo de Taipa de Pilão



Fonte: Caldas, (2021).

Segundo Silva (2000), pães de barro a técnica consistia em produzir grandes bisnagas com o solo e coloca-las umas sobre as outras para formar as paredes.

Figura 3 - Casa de Adobe



Fonte: Marques, (2018).

Silva (2000) relata que, as técnicas da taipa de pilão e do adobe eram as preferidas dos profissionais de construção da época, porém, estas demandavam técnicas construtivas melhor elaboradas, maiores, demanda de tempo para a conclusão da obra e conseqüentemente maior investimento financeiro, tornando o uso quase exclusivamente para a construção dos prédios públicos e classes com maior poder aquisitivo na época, como presente até o dia de hoje na cidade de Ouro Preto em Minas Gerais.

Silva (2000), cita ainda que o brasileiro de classe média, os habitantes de periferias e zona rural empregavam com maior frequência as técnicas do pau a pique, uma vez que, a própria família poderia construir sua moradia com poucos dias de serviço e utilizando os materiais existentes no próprio terreno ou próximos a ele. A figura 02 ilustra o que é uma casa típica do brasileiro periférico do Brasil colonial, porém paradoxalmente, é uma fotografia tirada no Nordeste brasileiro no ano de 2019.

Figura 4 - Casa de Taipa



Fonte: Lopes, (1998).

2. O SOLO CIMENTO

O solo cimento é a mistura íntima entre o solo e o cimento Portland (MOTTA et al, 2014).

Segundo Motta et al, (2014), esta estabilização do solo é um processo de origem físico-química, que ocorre por meio da adição de cimento portland no solo, alterando a orientação das partículas e modificando a estrutura da parte líquida e gasosa que estão contidas no solo.

Abiko (1980) relata que, essa técnica ocorreu pela primeira vez nos Estados Unidos em 1915, quando o engenheiro Bert Reno pavimentou uma rua utilizando essa técnica, daí em diante passou a serem empregadas como base para pavimentos rígidos e flexíveis, barragens, reservatórios, fundações de edifícios e finalmente edificação de moradias. Neste último caso, na forma de paredes monolíticas e tijolos prensados.

A estabilização do solo como cimento acrescenta ao material características como :

- Estabilidade dimensional: quando absorve ou perde umidade não há

mudança significativa de volume

- O material não se deteriora quando submerso em água
- Aumento da resistência a compressão
- Menor permeabilidade e mais durabilidade.

Figura 5 – Materiais Para Confecção do Solo Cimento



Fonte: Mieli, (2009).

2.1. Parametros de Qualidade

A garantia da estabilidade estrutural e da segurança são as principais exigências do usuário ao escolher um processo construtivo (MENESES, 2006).

A adoção de padrões bem definidos na indústria dos tijolos solo cimento bem como na construção das edificações utilizando o referido material são de fundamental importância para garantia da qualidade das moradias (MENESES, 2006).

Oliveira (1996) relata que a falta de padrões exigências e normatização para os construtores empreiteiros e projetistas possuem se basear comprometem diretamente a qualidade do produto final, a norma técnica brasileira (NBR 8491-2012) traz que, cada tijolo solo cimento resistir ao menos 02 MPA (20kgf/cm^3) quando submetidos a teste de compressão, nem valores de absorção de água superiores a 20%, ambos os testes realizados aos 07 (sete) dias de idade. A tabela mostra as dimensões (em milímetros) indicadas para os referidos blocos, com tolerância de aproximadamente 1,00mm para o comprimento, largura e altura.

Tabela 1 - Dimensões do Tijolo Solo Cimento em Milímetro

Tipos	Comprimento	Largura	Altura
A	200	100	50
B	240	120	70

Fonte: NBR 8491, (2012).

O referido instrumento normativo ainda estabelece que outras dimensões podem ser adotadas, desde que o tijolo permaneça com a altura menor que a largura (OLIVEIRA, 1996).

As principais normas técnicas que tratam sobre o uso dos elementos em estudo são:

- NBR 8491-2012, Tijolo de solo cimento- requisitos.
- NBR 10833-2012, Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica –procedimentos.
- NBR 10834-2012, bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural.
- NBR 10835-2013, bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural-forma e dimensão.
- NBR 10836-2013 bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural-análise dimensional determinação da resistência a compressão e da absorção de água, Método de ensaio.

2.2. O Tijolo de Solo Cimento

O tijolo solo cimento como o conhecemos, hoje é resultado de um processo de milhares de anos de aprimoramento. A técnica precursora teria sido utilizada no Egito antigo há 2600 a.C, uma mistura de terra, óleo de baleia e um pó à base de Mariscos e Ostras moídas eram colocados em uma forma de madeira e comprimidos, posteriormente esses blocos foram utilizados para construir a pirâmide de Quéops, que resiste até atualidade (SILVA 2000).

O desenvolvimento do tijolo solo cimento é mérito Principalmente de uma instituição chamada CENTRO INTERAMERICANO DE VIVENDA Y PLANEJAMENTO–CINVA, que no ano de 1961 criou a prensa manual Cinva-Ram, para produzir blocos prensados de terra e cimento (MENESES 2006).

No Brasil as principais pesquisas foram realizadas pelo IPT (Instituto de

Pesquisas Tecnológicas) por volta do ano de 1977, sendo que nos anos seguintes muitas empresas surgiram no mercado e passaram a fabricar prensas manuais hidráulicas para produzir os referidos blocos (MIELI 2009).

Figura 6 - Modelos de Tijolos Solo Cimento Prensados



Fonte: Souza, (2008).

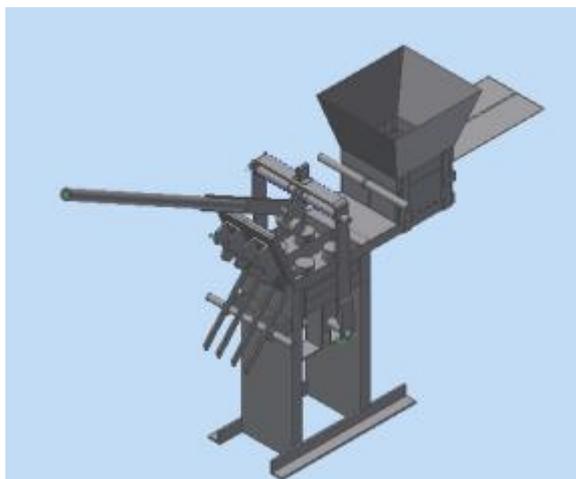
Segundo Violani (1987), grande parte dessas empresas saiu do mercado nos anos seguintes, a causa teria sido a desvalorização do material.

2.3. A Produção do Tijolo Solo Cimento

Os tijolos são produzidos a partir de uma mistura de solo e cimento portland, que são processados em máquinas chamadas prensas (figura 07), que são comercializadas pelos próprios fabricantes ou em lojas de máquinas e equipamentos, estão disponíveis de acordo com a necessidade do usuário desde as menores que fabricam um único blocos por vez por prensagem manual até máquinas automatizadas de utilização industrial que produzem vários blocos a cada remessa (PARIZ E PIRES, 2005).

Além das prensas, a indústria de tijolo ecológico também produz equipamentos que auxiliam na produção, como trituradores de solo, peneiras automáticas e uma série de produtos que visam facilitar o trabalho e qualidade do produto final (PARIZ; PIRES, 2005).

Figura 7 - Prensa de Tijolos Ecologicos



Fonte: Costa, (2018).

Na figura 07, a empresa fabricante de equipamentos para produção de tijolos ecológicos explora a vocação social dos blocos, utilizando a frase “*faça você mesmo*”, propondo a idéia que cada cliente pode produzir os blocos para edificar sua moradia.

Um metro cúbico de solo rende aproximadamente 800 tijolos. A proporção entre o solo e o cimento deve ser obtida a partir de ensaios que são pautados, todavia é usual a dosagem de uma parte de cimento para 10 (dez) de solo (MOTTA, 2014).

Embora (MOTTA et al, 2014) tenha obtido sucesso produzindo os tijolos com uma parte de cimento para 15 partes de solo com a granulometria controlada, (Souza, 2007) em seu trabalho TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO CONFECIONADOS COM RESIDUOS DE CONCRETO também conseguiu alcançar os índices de compressão exigidos pelas normas de fabricação do tijolo solo cimento acrescentando um agregado fino ao solo, agregado este a base de restos de concreto.

É possível produzir os blocos a partir de qualquer tipo de solo livre de matéria orgânica, desde que seja feita as devidas correções, geralmente efetuadas com adição de areia e cal, todavia o tipo de solo desejável é o que possui cerca de 70% de material arenoso e 30% de material argiloso (MOTTA et al, 2014) .

Existem vários trabalhos científicos, alguns já realizados, outros ainda em andamento, analisando as possibilidades de adicionar outros materiais além de solo

e cimento ao bloco, tais trabalhos, analisam a adição de materiais como subprodutos industriais como cinzas de alto-forno, lodos de usina de beneficiamento e tratamento de água, materiais naturais como fibras vegetais, subprodutos da construção civil restos triturados além de pó de rocha, alguns trabalhos estudam também incluir aditivos industrializados ao produto (MOTTA et al, 2014).

3. AS EDIFICAÇÕES COM TIJOLO SOLO CIMENTO

No mercado existem dois modelos de tijolos ecológicos sendo um maciço e um com dois furos em um padrão de 12,5x25x6,5cm e 15x30x7,5cm, podem ser utilizados tanto para alvenaria de vedação, como para alvenaria de tijolos maciços (nbr Porém, neste trabalho vamos nos ater ao modelo modular com dois furos pois é o mais vantajoso entre os dois (NBR 8491-2012).

Quanto às fundações, esse modelo construtivo não exige nenhum detalhamento especial, uma vez que as paredes construídas com tijolo solo cimento modulares apresenta um peso menor por metro quadrado quando comparado as paredes convencionais, sendo o radier e a sapata corrida as fundações mais indicadas para esse tipo de construção. Por se tratar de um padrão modular de construção, o projetista necessita tomar as devidas cautelas no dimensionamento e detalhamento do projeto de primeira fiada, da mesma forma por serem uma construção em alvenaria estrutural, futuras reformas terão que ser bem analisadas, uma vez que, essa técnica tem limitações quanto à remoção de paredes e abertura de vãos (CORDEIRO et al, 2012).

Figura 8 - Demonstração de Primeira Fiada



Fonte: Cordeiro et al, (2012)

Se utilizada como alvenaria aparente ela apresenta um bom acabamento estético, convém relatar que esse tipo de parede aceita todos os demais acabamentos, porém, necessita de uma camada mais fina, uma vez que, devido a padronização dos tijolos a parede apresenta perfeito alinhamento. (CORDEIRO et al, 2012).

As paredes construídas com os blocos ecológicos apresentam um isolamento térmico e acústico superior às construídas com as técnicas tradicionais, uma vez que, os furos dos tijolos formam câmaras de ar no interior da parede. (MIELI 2009).

Durante a etapa das instalações elétrica e hidráulica os dutos são passados no interior da parede por meio do furo dos tijolos, até mesmo nos modelos canaletas. Uma particularidade dessa técnica é que a medida que as paredes vão sendo construídas os dutos já vão sendo instalados, diferentemente da técnica tradicional que consiste em, cortar as paredes depois de levantadas. Os cuidados com impermeabilização nas fundações e durante a execução da obra são os mesmos que são exigidos em uma obra convencional.

Figura 9 - Casa Finalizada, Construída Com de Tijolos Ecológicos.



Fonte: Motta, (2021).

4. TIJOLO SOLO CIMENTO COMO UM ALIADO NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

A população mundial se aproxima dos 7 bilhões de habitantes, seria utopia desejar que esse número de pessoas existam sem causar grandes alterações no

planeta (NADALIN, 2011).

Contudo o próprio conceito de sustentabilidade explana sobre a necessidade de fazer o possível em cada situação para mitigar os impactos e conseqüentemente possibilitar condições mínimas de subsistência para as gerações futuras (NADALIN, 2011).

Segundo Barreeto (2005), a construção civil é uma atividade que gera grande impacto ambiental em todas as suas etapas, iniciando pela extração das matérias-primas, como madeira, rocha e solo, passando pelos desperdícios do canteiro de obra, atuando na modificação das paisagens urbanas e finalmente gerando entulho.

Os tijolos ecológicos são assim chamados por evitarem o processo de queima das madeiras e combustíveis, eliminando o corte de árvores e emissão de monóxido de carbono na atmosfera (MOTTA et al, 2015).

Para Cordeiro et al, (2012) estima-se que cinco árvores são queimadas para a fabricação de mil tijolos de barro convencional, conforme figura 10. Enquanto a confecção de tijolos ecológicos dispensa queimadas.

Figura 10 - Forno Para Aquecimento do Tijolo Cerâmico Convencional



Fonte: Cordeiro et al (2012).

A argila utilizada para fabricação do tijolo convencional é retirada de jazidas próximo ou dentro de cursos d'água, conforme ilustra a figura 11, degradando de definitivamente os recursos hídricos (CORDEIRO et al, 2012).

Figura 11 - Extração De Argila No Curso Da Água



Fonte: Cordeiro et al (2018).

Por outro lado, a matéria-prima principal para confecção dos tijolos solo cimento é a terra, recurso abundante no planeta e pode ser retirada do próprio terreno, oriunda de cortes realizados para aplainar o mesmo (CORDEIRO et al, 2012).

A produção dos materiais de construção tem impactos negativos como, a indústria cimenteira, que no Brasil é responsável por 6% de toda a emissão de CO₂ (GASQUES, 2014).

Embora durante o processo de fabricação do tijolo ecológico na maioria das vezes o cimento seja utilizado como estabilizante para o solo, ao final da obra a quantidade do referido aglomerante é muito menor quando comparado a uma obra de alvenaria tradicional, conforme tabela 01. Isso se deve ao fato de a quantidade de argamassa utilizada durante a etapa de assentamento ser menor que a quantidade de concreto necessária para estruturar as paredes e contribuir para que o uso de cimento nessas obras seja otimizado (GASQUES, 2014).

O setor de mineração está entre os maiores consumidores de energia, o que contribui para a poluição do ar e o aquecimento global (GASQUES, 2014).

A norma brasileira NBR 8491 exige que os tijolos feitos a partir de solo e cimento resistam a altas taxas de compressão, tornando o material mais eficaz no distribuir as cargas das paredes e demais elementos, diminuindo assim a necessidade da utilização de aço conforme tabela 02, evitando que as áreas de garimpo seja degradadas e não haja necessidade de maior produção de energia para produzir o minério de ferro (GASQUES, 2014).

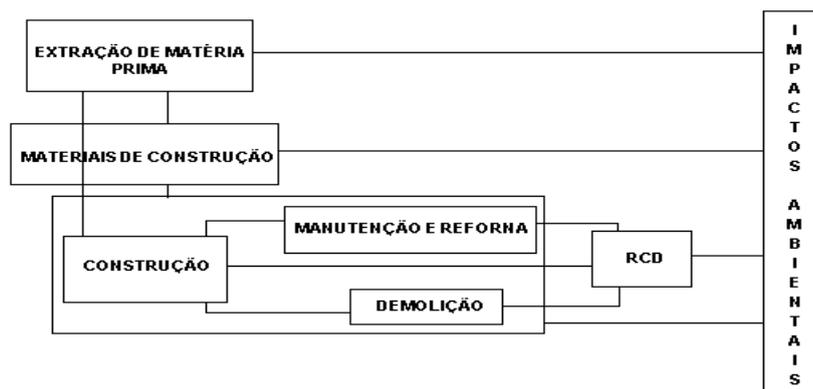
A areia utilizada para produção do concreto e outras atribuições da construção civil são retiradas do leito dos rios, essa atividade traz como consequência a assoreação dos cursos das águas e consequente, prejuízo para as formas de vidas que habitam os rios (GASQUES, 2014).

Com a aquisição do tijolo ecológico e suas técnicas de construção a utilização da areia é mínima, é importante salientar que, embora o solo ideal para a produção dos tijolos deve ser composto em sua maioria por areia, esse perfil de solo é encontrado com muita frequência na natureza, não encejando maiores intervenções para obtê-lo (GASQUES, 2014).

Pesquisadores tem testado com sucesso a adição de materiais, que em outra ocasião seriam considerados como agentes poluidores, exemplo, são os entulhos da construção, cinzas de alto-forno de indústria siderúrgicas, pó de rocha, serragem de madeira, casca de arroz, entre outros (COELHO & CHAVES, 1998).

Segundo Coelho e Chaves (1998), países desenvolvidos como Holanda, Estados Unidos e demais países europeus reciclam percentuais altos de seus resíduos de construção, já no Brasil, uma pequena parcela do entulho produzido é reaproveitado, o tijolo ecológico mostra-se um grande aliado também nessa vertente da preservação ambiental.

Figura 12 - Impactos Ambientais da Cadeia de Construção Civil



Fonte: Elaborado Pelo Autor

5. O TIJOLO SOLO CIMENTO COMO UM AGENTE SOCIAL E ECONÔMICO NA REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL

A tecnologia do tijolo ecológico tem sido utilizada por diversas ONGs e

associações para construção de casas populares, servindo famílias em sua maioria de baixa renda ou que não foram alcançadas pelos projetos públicos. Essa tecnologia enquadra-se bem nesse contexto, uma vez que, as máquinas (prensas para construção do tijolo) mais simples podem ser adquiridas a custo razoável ou até alugadas (FERREIRA et al, 2003).

Figura 13 - Casas Populares Construídas Em Tijolo Solo Cimento



Fonte: Menezes, (2006)

Ferreira et al, (2003) utilizou o tijolo solo cimento em um projeto social para melhorias das residências dos funcionários de baixa renda da Universidade Federal de Goiás. Alguns estudos afirmam que as construções que utilizam o tijolo econômico chegam a custar até 40% menos, quando comparadas as obras convencionais. Até a mão de obra das famílias beneficiadas são utilizadas na fase de produção dos blocos e levantamento de paredes, com o auxílio e assistência técnica, uma vez que, o sistema de encaixe facilita esse serviço, fato este que acaba barateando mais as construções.

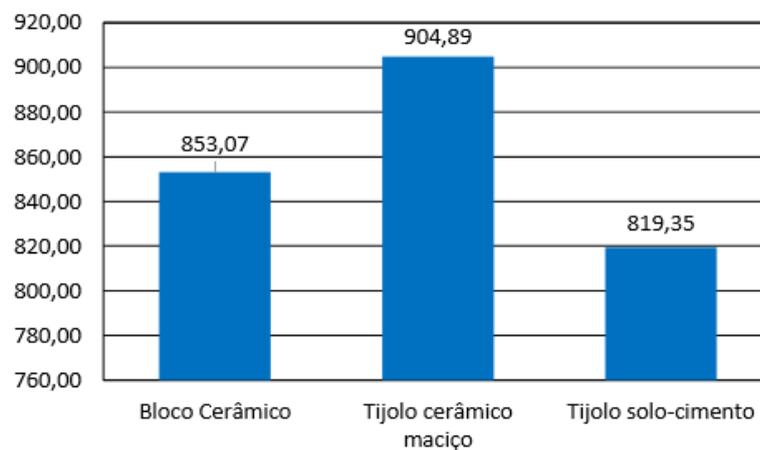
Segundo Motta et al, (2014), essa técnica é muito vantajosa para construção de residências populares para famílias de baixa renda, pois apresenta economia nos gastos com materiais e mão de obra, a matéria prima principal é abundante no planeta, e se adequa bem na produção em larga escala, o processo construtivo, também é mais simplificado que os outros.

Ciceri (2016) comparou a viabilidade financeira na construção de residências populares na cidade de Estrela/RS, utilizando o tijolo solo cimento, tijolo maciço e o

bloco de ceramico estrutural.

O estudo apontou uma economia de 6,38% quando utilizado o tijolo solo cimento, comparado ao tijolo ceramico maciço comparado ao bloco cerâmico estrutural e o aproveitamento do tempo de obra 27,66% maior, determinando que, o método construtivo com tijolo solo cimento é o mais vantajoso, levando em consideração a redução dos custos totais e tempo de execução da obra (CICERI 2016).

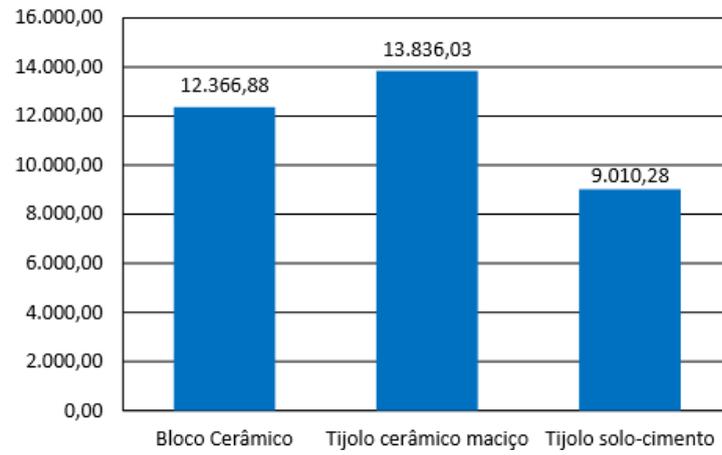
Gráfico 1 - Comparativo De Custo Por M² Entre Os Métodos Construtivos



Fonte: Ciceri (2016)

O Gráfico 02 demonstra a economia gerada no custeio da mão de obra, e uma das caracteristicas principais do material é a velocidade na conclusão da obra (CORDEIRO et al, 2012).

Gráfico 2 - Comparativo De Custo De Mão De Obra Entre Os Métodos Construtivos



Fonte: Ciceri (2016).

CONCLUSÃO

O objetivo inicial deste trabalho foi avaliar a viabilidade ambiental e economia do tijolo solo cimento para construção de moradias populares, de acordo com os trabalhos mais importantes publicados sobre o assunto.

Conclui-se que, sob o prisma da sustentabilidade o solo utilizado para confeccionar os blocos é material abundante no planeta. Por se tratar de blocos de terra crua não há a necessidade de queimadas, preservando os recursos naturais como madeira e outros combustíveis.

Que as moradias construídas com a técnica dos tijolos solo cimento possuem isolamento térmico de qualidade e conseqüentemente economia na utilização de energia elétrica na climatização dos ambientes.

Falando de economia, as construções com solo cimento, moderam na utilização de aço, areia e cimento, reduzindo o custo final da obra.

O solo utilizado para produzir os blocos é um material de baixo custo e por pode ser extraído no terreno da obra.

Segundo Ciceri (2016) o tempo necessário para construção da moradia com o método estudado é cerca de 27% menor quando comparado a técnica convencional, impactando de forma importante os gastos com mão de obra, e possibilitando aos futuros moradores colaborar com a confecção dos tijolos, amortizando o valor final da construção, a técnica dispensa formas de madeira, uma vez que, os próprios blocos funcionam com moldes.

Diante das informações supracitadas os tijolos ecológicos ou tijolos solos cimento se apresentam como uma alternativa economicamente viável e ambientalmente amigável frente a construção de moradias populares.

REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex Kenya. **Tecnologias apropriadas: tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento**. 1980. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181. Solo. Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ALVES FILHO, Ivan. “Casas de Taipa que vêm da Natureza - Brasil redescobre arquitetura popular com proposta dinâmica”. In *Jornal do País*, semana de 2 a 27 de junho de 1984. Rio de Janeiro, 1984.

BARRETO, IMCBN. Gestão de resíduos na construção civil. **Sergipe: Sinduscon**, 2005.

CARVALHO, Aldânio RO de; POROCA, Jamesson dos S. Como fazer e usar tijolos prensados de solo estabilizado. **Brasília: IBICT**, 1995.

CALDAS, Lucas Rosse; DE SOUZA MARTINS, Adriana Paiva; TOLEDO FILHO, Romildo Dias. Construção com terra no Brasil: avaliação ambiental da taipa de pilão. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 12, p. e021015-e021015, 2021.

CICERI, Taillan. **Estudo comparativo de viabilidade econômica para uma edificação com bloco cerâmico, tijolo cerâmico maciço e tijolo de solo-cimento**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.

COELHO, Paulino E.; CHAVES, Arthur Pinto; DJANIKIAN, João Gaspar. Reciclagem de entulho de demolição para a preparação de concreto. **ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGICA EXTRATIVA**, v. 17, 1998.

COSTA, André Luís Mendes et al. Trabalho Acadêmico Integrador II: Prensa de Tijolos Ecológicos, 2018.

CORDEIRO, C. C. M.; BRANDÃO, D. Q.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A. Construções vernáculas em terra: perspectiva histórica, técnica e contemporânea da taipa de mão. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019006, 2019. DOI: 10.20396/parc. V10i0.8651212.

FERREIRA, R. de C.; FREIRE, Wesley Jorge. Propriedades físico-mecânicas de solos estabilizados com cimento e silicato de sódio avaliadas por meio de testes destrutivos e não destrutivos. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, p. 221-32, 2003.

GASQUES, Ana Carla. Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica. **Revista Tecnológica**, v. 23, n. 1, p. 13-24, 2014.

HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. Earth construction: a compressive guide. London: Intermediate Technology Publications, 1994. 362 p.

ISRAEL. DEPARTMENT FOR SOIL CONSTRUCTION; CYTRYN, Simon. **Soil Construction: Its Principles and Applications for Housing: Includes a Report on Experiments in Stabilized Soil and Light Reinforced Construction Carried Out During 1953-55**. Weizmann Science Press of Israel, 1957.

LOPES, Wilza Gomes Reis. TAIPA DE MÃO NO BRASIL. **Anais I SIACOT-I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra**, pág, v. 11, 1998.

MACHADO, Amanda Ozório; DE ARAÚJO, Joice Andrade. Avaliação de Tijolos Ecológicos Compostospor Lodo de Eta e Resíduos da Construção Civil. 2014.

MENEZES, Renato Acriz et al. **Avaliação de desempenho estrutural dos sistemas construtivos de solo-cimento e concreto celular aplicados em edificações de casas populares no estado do Amazonas**. 2006.

MARQUES, Luísa Sant Ana et al. **Investigação sobre o comportamento térmico do adobe para as necessidades climáticas e normativas brasileiras**. 2018.

MIELI, Pricilla H. **Avaliação de o tijolo modular de solo-cimento como material na construção civil**. Rio de Janeiro, 20019. Disponível em:

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003721.pdf>>. Acesso em: 05 maio de 2021

MILANEZ, A. Casa de terra, as técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo. **São Paulo: SESP**, 1958.

Ministério da Saúde/Fundação Serviços de Saúde Pública - FESP. “Melhoria da Habitação Rural para Controle da Doença de Chagas”. Rio de Janeiro, 1976.

MOTTA, Jessica Campos Soares Silva et al. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **e-xacta**, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014.

NADALIN, Vanessa G. Economia urbana e mercado de habitação. **Economia regional e urbana**, p. 221, 2011.

NEPOMUCENO, Eduarda da Conceição. **Use of municipal waste to build ecological blocks**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. **Avaliação do desempenho estrutural de sistemas construtivos inovadores: estudo de caso**. 1996. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PARIZ, SILVAN OLIOSA; PIRES, WELDER ALONSO. PRENSA HIDRÁULICA PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO. **Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo**, 2005.

PINTO, Lucas Mazzoleni. Estudo de tijolos de solo cimento com adição de resíduo de construção civil. 2015.

PIRES, Ilma Bernadette Aquino. A utilização do tijolo ecológico como solução para construção de habitações populares. **Monografia**). **Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Salvador**, 2004.

PISANI, Maria Augusta Justi. Um material de construção de baixo impacto ambiental: O tijolo de solo-cimento. **Sinergia, São Paulo**, v. 6, n. 1, p. 53-59, 2005.

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

SILVEIRA, Cydno e Gama, Amélia. “Experiência de construção em pau-a-pique, Ilha de Itamaracá - PE”. Recife, 1977 A 1982.

SILVA, Lindoaldo D. Técnicas e procedimentos para assentamento de alvenaria de vedação e estrutural. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-07/civil-27.pdf>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da et al. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua**. 2000. Tese de Doutorado.

SOUZA, J. et al. Avaliação de argamassas com cinza e casca de arroz. In: **Anais do 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Salvador**. 2007.

SOUZA, Márcia IB; SEGANTINI, Antonio AS; PEREIRA, Joelma A. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 205-212, 2008.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. FGV editora, 2005.

VIOLANI, Marco Antonio Falsi. **Estabilização do latossolo roxo para produção de tijolos-a experiência de londrina**. 1987. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Éder Santos Gonçalves

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 06.09.2021

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **3,37%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **2,29%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **87%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.7.1
segunda-feira, 6 de setembro de 2021 12:33

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **ÉDER SANTOS GONÇALVES**, n. de matrícula **29884**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 3,37%, devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente