

INCORPORAÇÃO DE BORRACHA DE LÁTEX EM TIJOLOS DE CERÂMICA SEM QUEIMA, UMA INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

Mariana Matos Arantes*

Nathalia Mendes da Silva**

Letícia Cunha de Oliveira***

Glacielle Fernandes Medeiros****

Daniele Gomes Carvalho*****

RESUMO: Atualmente, um dos grandes problemas associado à produção de materiais cerâmicos é a queima, pois a mesma consiste na geração de gases poluentes ao meio ambiente. Por meio de pesquisas bibliográficas e ensaios laboratoriais obteve-se tijolos especiais com propriedades e características satisfatórias. A caracterização dos materiais utilizados seguiram as recomendações das normas vigentes, assim como o processo de produção baseou-se em estudos experimentais semelhantes. As propriedades mecânicas dos tijolos sustentáveis com inserção de material polimérico (látex) apresentaram uma queda de desempenho mecânico em relação aos tijolos confeccionados com capim braquiária, no entanto, acredita-se que ambos podem ser aplicados em obras civis.

PALAVRAS-CHAVE: Tijolo especial, aplicações, desempenho mecânico.

* Docente – Engenharia Civil. Centro Universitário Tocantinense Presidente Antonio Carlos S/A. Especialista e Docencia Universitária. Centro Universitário Tocantinense Presidente Antonio Carlos S/A. E-mail: mariana.arag@gmail.com

** Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário Tocantinense Presidente Antonio Carlos S/A. E-mail: natyymendess@gmail.com

*** Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário Tocantinense Presidente Antonio Carlos S/A. E-mail: cunhasengenharia@gmail.com

**** Docente – Engenharia Civil. - Centro Universitário Tocantinense Presidente Antonio Carlos S/A. Mestre em Geotécnica. Universidade Federal de Goiás, UFG. E-mail: medeirosagrimensura@gmail.com

***** Docente – Engenharia Civil. Centro Universitário Tocantinense Presidente Antonio Carlos S/A. Doutorado em Ciencia dos Materiais. Instituto Militar de Engenharia. E-mail: gomescarvalhodaniele@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo desenvolvimento de tecnologias é de suma importância para a sociedade atual. Com o decorrer dos anos e os processos de exodo rural massivo o meio ambiente tem sofrido as consequências de uma evolução urbana exacerbada, com este fator soma-se a poluição e o descarte de diferentes materiais de modo incorreto, provocando assim contaminação e reduzindo a vida útil do planeta.

Em outra vertente tem-se a busca por materiais sustentáveis que agregem insumos oriundos de descartes irregulares em seu processo produtivo. Os materiais cerâmicos podem contribuir com este desenvolvimento, pois são de fácil moldagem e normalmente possuem aderência com diferentes materiais quando adicionados em misturas.

Segundo Callister (2008) material cerâmico é composto em grande parte por argila, que é um produto de granulometria muito fina, quando adicionado água em quantidade adequada torna-se plástico, ao secar endurece, adquirindo resistência mecânica para suportar as solicitações previstas em projeto.

São ligados em grande escala à engenharia e assim aplicado em fundações de edifícios e construções, estes aparecem principalmente na forma estrutural como tijolos e telhas e como materiais para revestimentos como pisos em porcelanatos e louças.

Segundo Máquinas (2016) É possível produzir Tijolos Ecológicos com qualquer tipo de solo, porém o solo mais indicado pelo custo e benefício é o solo arenoso, que contém na faixa de 60% a 80% de areia e 40% a 20% de argila. Quando este tipo de solo não for encontrado, pode-se utilizar um solo com propriedades mais argilosas, porém será necessário corrigi-lo.

Com a busca por materiais alternativos que visem diminuir os impactos ambientais provenientes da sua fabricação, pode-se citar o tijolo de adobe, constituído por terra crua, preferencialmente solo argilo-arenoso, água e palha, e em alguns casos, fibras naturais são incorporadas a este processo, a incorporação destas garantem uma maior aderência e resistência mecânica à mistura, melhorando seu desempenho final.

A inserção de materiais poliméricos na composição de peças especiais aplicadas à construção civil tem apresentado grande relevância tecnológica, em função destes apresentarem um conjunto de propriedades que atendem, pois os polímeros apresentam um conjunto de propriedades e características favoráveis, facilidade em moldagem, baixo custo de produção, uma boa resistência à abrasão, baixo peso específico, ótimo isolante termo acústico, elétrico, ainda possui um alto grau de reciclagem, o que colabora significativamente para o seu reaproveitamento, e conseqüentemente a implantação novamente no mercado.

A borracha de latex normalmente possui baixa reutilização e seu descarte indevido gera rejeitos que causam impactos ao meio ambiente e a saúde da população das grandes cidades e do campo.

De acordo com Vasconcelos (2016), diante da relevância de se inserir no mercado da construção materiais alternativos que visem diminuir os impactos ao meio ambiente, atualmente universidades e instituições tecnológicas estão buscando o desenvolvimento de alternativas técnicas, ambientais e economicamente viáveis para utilização de materiais alternativos para serem utilizados em obras civis.

A pesquisa baseou-se na utilização de borrachas de látex, oriundas de câmaras de ar de pneus adicionadas a massa de tijolo de adobe na substituição do feno, a fim de investigar a resistência mecânica adquirida.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho é quantitativa baseada na análise de dados obtidos através da caracterização dos materiais desenvolvidos em laboratório por meio de investigação geotécnica, adicionando material polimerico (látex) e solo argilo arenoso.

2.1 Materiais

O solo utilizado foi coletado na cidade de Araguaína-To, no setor São Miguel, o qual foi retirado a partir de uma profundidade de 15 cm de maneira a evitar matéria orgânica. Coletou-se amostras de 5 Kg em três lotes distintos a fim de obter uma maior distribuição no perfil de solo necessário.

O capim empregado na pesquisa, foi retirado de uma fazenda próxima da cidade de Araguaína-TO, sendo este do tipo braquiária. A coleta do mesmo se deu durante o período diurno a fim de manter a umidade do mesmo evitando depósito de orvalho nas folhas.

O esterco é composto pelo capim braquiária, pois foi coletado na mesma fazenda, sendo este árãmetro importante pois a adição de outros nutrientes na alimentação interferem na consistencia e na liga do mesmo.

A borracha de látex foi obtida em uma oficina da cidade, material de descarte oriundo de câmaras de ar de pneus de motocicleta, sendo esta lavadas em água corrente e secas ao ar para evitar contaminação e degradação por secagem.

2.2 Caracterizações dos materiais

Todos os ensaios feitos para caracterização dos materiais foram realizados no Laboratório de Geotecnia e materiais para construção do Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos-UNITPAC.

2.2.1 Solo

O solo estudado foi caracterizado a partir de normas nacionais vigentes, para ensaio de caracterização seguiu-se a NBR 6457 – amostras de solo: preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização (ABNT, 2016), para análise da massa específica, NBR 6508 – grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm: determinação da massa específica (ABNT, 2016), para análise granulométrica fez-se uso da NBR 7181 – solo: análise granulométrica (ABNT, 1988), para determinação do limite de liquidez usou-se a NBR 6459 – solo: determinação do limite de liquidez (ABNT, 2017), assim como a NBR 7180 – solo: determinação do limite de plasticidade (ABNT, 2016) para limite de plasticidade.

2.2.2 Capim e Esterco

Antes do uso do capim braquiária foi preciso realizar ensaios laboratoriais com intenção de caracteriza-lo para adequar as quantidades a partir do seu comportamento nos testes, os ensaios feitos foram: o ensaio de teor de umidade NBR 6457 (ABNT, 1986); a Massa específica dos sólidos NBR 6508 (ABNT, 1964).

Com o esterco seguiu-se a mesma metodologia de ensaio adotada anteriormente com o capim, onde foram realizados os Ensaio de teor de umidade e Massa específica dos sólidos seguindo as normas citadas. O procedimento de teor de umidade consistiu na exposição ao ar livre, até atingir a umidade higroscópica, em vez de ir à estufa, pois o mesmo libera odor forte o que comprometeria o andamento do laboratório.

2.2.4 Borracha

Realizou se ensaios laboratoriais para à borracha, pois a partir das características das mesmas foram definidas as quantidades adotadas em composição. Os ensaios foram teor de umidade NBR 6457 (ABNT, 1986) e Massa específica dos sólidos NBR 6508 (ABNT, 1964).

As tiras de borracha foram cortadas com a dimensão de 0,5cm x 4 cm utilizando como padrão de medida régua graduada, como variação de 0,005 mm. e possuem uma espessura de 1,4 mm, assim substituíram o capim na massa dos tijolos, sendo dispersadas de forma aleatória.

2.3 Formações dos corpos de prova

Após caracterização do solo e dos materiais orgânicos e polimérico; pode-se calcular os traços para formação dos corpos de prova. Para a dosagem foi necessário obter uma proporção dos materiais a serem utilizados, por meio de volume ou peso, para fabricar 10 corpos de prova, com o auxílio do método de confecção de tijolos sustentáveis definido por Laredo (2013).

Definiu se três traços, levando se em conta a proporção entre solo e areia para verificação do melhor resultado de compressão axial. Na Tabela 1 encontram-se os traços utilizados para análise de resistência.

Tabela 1 Traços dos tijolos

Materiais	Quantidades		
	1º Traço	2º Traço	3º Traço
	1:1	1:0,75	1:1,25
Solo	0,005 m ³	0,006 m ³	0,005 m ³
Esterco	0,00125 m ³	0,0015 m ³	0,00125 m ³
Capim	0,06 Kg	0,072 Kg	0,06
Areia fina	0,0025 m ³	0,00225 m ³	0,003125 m ³
Areia grossa	0,0025 m ³	0,00225 m ³	0,003125 m ³

Com os traços definidos, confeccionou-se uma quantidade de 10 corpos de provas para cada traço; com intuito de determinar a resistência mecânica através do Ensaio de Compressão Axial.

Os moldes metálicos foram confeccionados em local especializado (tornearia), localizada na cidade de Araguaína-TO. Estes foram fabricados a partir de dimensões pré-estabelecidas (19 x 9 x 5 cm), estes foram fabricados em aço e com tampas móveis, para que a prensagem possa possibilitar a distribuição de carga uniforme em cada tijolo. Cada molde tem capacidade de fabricação de três tijolos por vezes, sendo dois moldes aplicados no projeto.

A partir do traço definido e com os materiais preparados e separados, deu início a preparação da massa, onde houve a homogeneização dos agregados, solo, esterco, capim e água.

Estes que foram conformados nas formas e estabeleceu-se uma carga de 3 toneladas para prensagem dos tijolos; após moldados, prensados e desenformados, foram levados a cura, a mesma é feita ao ar livre e deixado secar por 7 dias à sombra. A cada dia observou-se como os corpos de prova se comportavam na secagem, pois não deveriam aparecer fissuras.

Produzui-se os corpos de prova com adição de borracha, a partir do melhor traço obtido, sendo este o traço 1:1. As tiras de borrachas entraram em substituição as fibras vegetais provenientes do capim braquiária, sendo dispersas de modo aleatório na massa do tijolo antes da moldagem. A Figura 1 mostra os tijolos já em fase de cura. Abaixo a Tabela 2 encontra-se o traço utilizado para confecção dos corpos de prova com adição da borracha, de este explicita as frações em kg para a dosagem.



Figura 1. Cura dos tijolos com adição de borracha.

Tabela 2 Traço com adição da borracha

Traço 1:1 + Borracha	
Material	Quantidade
Solo	0,005m ³
Esterco	0,00125m ³
Borracha	0,136Kg
Areia fina	0,0025m ³
Areia grossa	0,0025m ³

2.4 Análise da resistência mecânica do tijolo

Para realizar o ensaio de compressão axial são necessários alguns procedimentos de capeamento para nivelamento das bases do tijolo segundo descrito na NBR 8492 – tijolo de solo cimento: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – métodos de ensaios (ABNT 2012). Para tal fez-se uso de argamassa de cimento e areia fina com a proporção de 1:3, conforme descrito por Pinheiro (2009), para tijolos adobe. O ensaio de Compressão Axial foi realizado em prensa manual Bovenau com limite de 15 toneladas, com carga centrada superior, onde a aplicação de carga se deu até o aparecimento de fissuras irreversíveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Solo

Através dos experimentos realizados foi possível obter a caracterização do solo pertencente ao setor estudado. A cidade de araguaína possui como característica solos do tipo latossolo vermelho distrófico típico, argiloso e médio, plano e suave ondulado (IBGE, 2017) A tabela 3 mostra as características e valores encontrados para o solo analisado, a partir das coletas realizadas *in loco*.

Tabela 3 Caracterização do solo

	Fração	Faixa (mm)	Porcentagem (%)
Distribuição granulométrica	Argila	< 0,002	61,52
	Silte	0,002 - 0,06	15,82
	Areia fina	0,06 - 0,20	8,68
	Areia media	0,20 - 0,60	9,57
	Areia grossa	0,60 - 2,0	4,23
	Pedregulho	2,0 - 60	0,18
			100,00
Limites de consistência	Limite de liquidez		46,2%
	Limite de plasticidade		38,9%
	Índice de plasticidade		7,3%
Massa específica dos sólidos (γ_s)		2,85 g/cm ³	
Teor de umidade(w)		2,62%	

É possível observar que este pode ser classificado como Argilo Arenoso, classificação esta que é típica a aos solos da região norte do Tocantins.

A curva de granulometria para o solo pode ser vista na figura 2, e através desta é possível observar que 100% do solo é classificado pelo diâmetro do grão abaixo de 100 mm o que é ideal para a confecção de tijolos de adobe, já que este necessita de moldagem e a consistência de amassamento depende da finura do grão, assim como da sua capacidade de plasticidade.

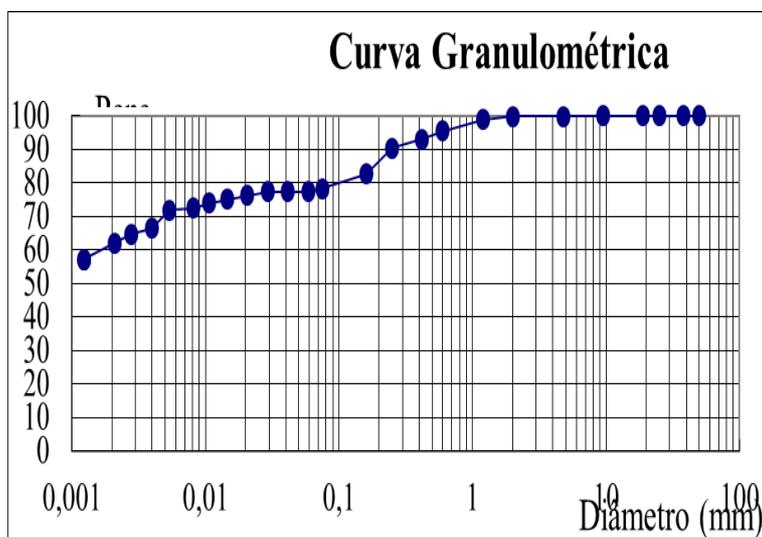


Figura 2 Curva granulométrica do solo

Na figura 3, apresenta-se o limite de liquidez, que indica a umidade em que o solo irá transpor de estado. É possível observar que este limite encontra-se entre 40% e 50% o que indica a transição encontrada entre plástico e líquido para este solo, sendo este valor de suma importância para a consistência de moldagem e prensagem dos tijolos.

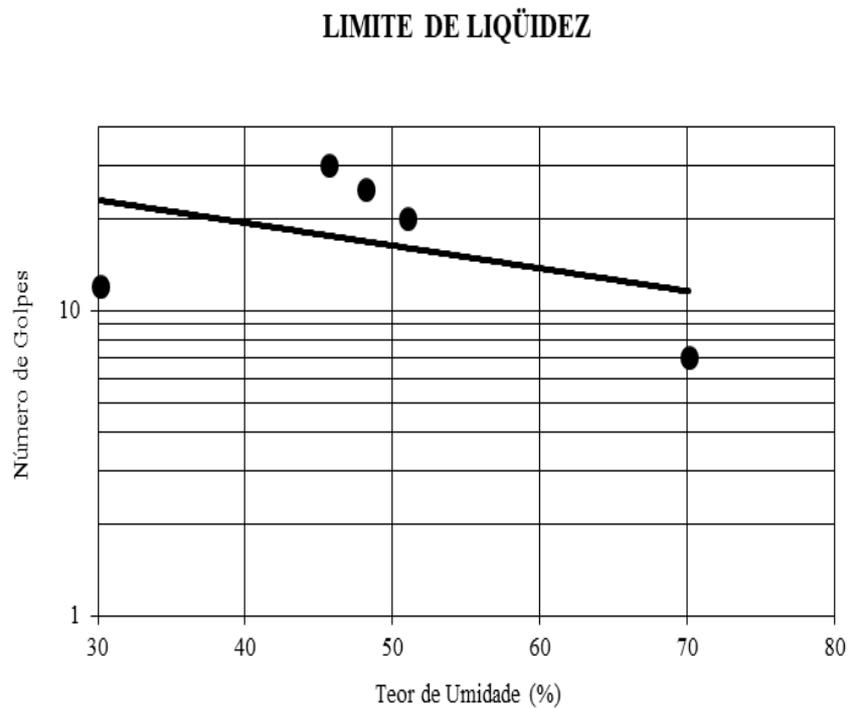


Figura 3 Limite de liquidez

3.2 Capim e Esterco

As tabelas 4 e 5 mostram os valores obtidos através dos teste realizados descritos pelas normas no item 2, para o capim e para o esterco. É possível observar nestas a massa específica e o teor de umidade dos materiais, após esse teste fez-se a secagem para aquisição do feno, que é o capim com teor de umidade próximo de zero. A umidade encontrada no capim in natura representa a celulose existente dentro do mesmo e interfere na absorção de água da massa do tijolo, bem como na degradação do mesmo por putrefação, já que o tijolo de adobe sofre secagem por exposição ao sol.

Tabela 4 Caracterização do capim braquiária

Massa específica do capim (γ_c)	0,41 g/cm ³
Teor de umidade(w)	80,83%

Já o esterco por sua vez possui umidade baixa, pois foi adquirido após ser curtido e seco ao ar e sol constante. Mais uma vez nota-se que este interfere diretamente na plasticidade da massa do tijolo se muito úmido, adicionando água a mistura, e se muito seco retirando água de amassamento adicionada no momento de confecção da massa.

Tabela 5 Caracterização do esterco

Massa específica do esterco (γ_c)	1,5 g/cm ³
Teor de umidade(w)	3,79%

3.3 Borracha

A borracha de latex apresentou massa específica e teor de umidade conforme apresentado na tabela 6, onde é possível observar que o baixo teor de umidade obtido é compatível com a composição química da mesma que é formada por cadeias alongadas poliméricas impedindo assim a absorção de líquidos em sua formação, já que passa por um beneficiamento industrial onde a formação das cadeias torna-se fechada e impede a absorção.

Porém essa baixa absorção também impede a aderência da mesma em meios com presença de água, logo quando adicionada a massa do tijolo repele-se a água de amassamento formando uma camada protetora envoltória o que interfere direta nem sua moldagem.

Tabela 6 Caracterização da borracha

Massa específica da borracha (γ_b)	0,93g/cm ³
Teor de umidade(w)	0,62%

3.4 Ensaio de Compressão Axial

Os resultados do ensaio de compressão axial dos tijolos com do traço 1:1 com e sem

adição da borracha, estão representados na figura 4, estes valores representam a média dos valores encontrados com os corpos de prova. Foram analisados 10 corpos de prova e a média dos valores de compressão foi calculada como média aritmética.

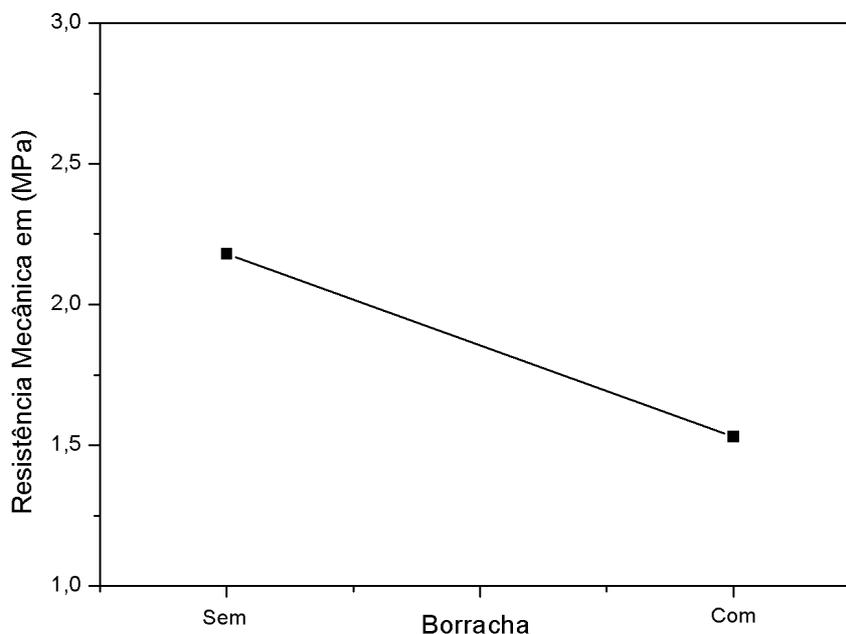


Figura 4 Resistência Mecânica

É possível observar uma queda no valor de resistência quando compara-se o tijolo sem adição de borracha como o tijolo com borracha. Para o tijolo sem adição de borracha a resistência média a compressão aferida foi de 2,18 MPa e para o tijolo de adobe com a borracha foi de 1,53 MPa. Esta queda deve-se ao fato da baixa aderência da borracha de látex com o solo devido a baixa absorção da mesma.

Foi possível observar que a não aderência da borracha ocasionou pequenas fissuras durante a prensagem o que proporcionou um rompimento com menor carga aplicada. Um dos fatores atribuídos a esse efeito é a formação de uma película de água de amassamento retida na face da tira que impede a aderência a massa e gera escorregamento precoce da mesma no interior do corpo de prova, gerando assim um cisalhamento interno e fissuras maiores.

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo analisado foi possível caracterizar o solo pertencente a cidade de araguína onde o solo encontrado foi argilo arenoso, o que torna-se possível de aplicação

na fabricação de tijolos de adobe. As propriedades do esterco e da borracha foram estabelecidas visando uma melhor uniformidade da massa do tijolo. O processo de secagem do capim foi alçaçado e este pode ser classificado como feno, já que a umidade encontrada após o processo de secagem foi de aproximadamente 0 %.

É possível notar que a adição de material polimérico na composição de tijolos sustentáveis diminui sua capacidade de resistência em comparação aos tijolos sem látex na sua composição. Acredita-se que esse decréscimo de resistência esteja diretamente relacionado à falta de ancoragem mecânica entre a borracha e o solo devido a não absorção de água no momento da cura.

Este resultado não inviabiliza a aplicação desta modalidade de tijolo na construção civil, uma vez que o tijolo de adobe convencional apresenta técnicas de moldagem e processo de secagem simples, materiais de fácil aquisição, por estar disponível em ampla quantidade na natureza, tornando-o um material de baixo custo e fácil acesso a qualquer comunidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos S/A e ao núcleo de pesquisa e extensão CoPPEX. Aos técnicos e coordenadores da instituição, em especial ao curso de Engenharia Civil pelo suporte para desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6457: *Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização*. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6508: *Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica*. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 7181: *Análise granulométrica de solos*. Rio de Janeiro, 1988.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6459: *Solo - Determinação do limite de liquidez*. Rio de Janeiro, 2017.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 7180: *Solo — Determinação do limite de plasticidade*. Rio de Janeiro, 2016.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 15270-2: *Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos*. Rio de Janeiro, 2017.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012

IBGE – Instituto Brasileiro de geografia e estatística. Mapas, 2017. Disponível em ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/to_pedologia.pdf. Acesso em 25 de março de 2018.

Callister, Jr., William D. Estruturas dos polímeros. *Ciência e engenharia de materiais uma introdução*. 7. ed. Rio de Janeiro:LTC,2008. Cap.14-15, p.355-414.

Laredo, Gustavo, *Como fazer tijolo sem queima*, Revista globo rural, 2013,< <https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-fazer/noticia/2013/12/como-fazer-tijolo-sem-queima.html>> acessado em: 21 março 2018.

Máquinas, Industria Eco. Tijolo ecológico – como produzir. Grupo oce. 2016. Disponível em: <https://ecomaquinas.com.br/index.php/tijolo-ecologico-como-produzir>. Acesso em: 23 de maio de 2017.

Pinheiro. Renê. *Estudo da resistencia do tijolo de adobe com adição de fibras naturais de coco verde para habitação de baixo custo*, UFC, Fortaleza-CE. 2009.

Vasconcelos, Adriano L. Roma. Efeito da substituição parcial do agregado graúdo por escória de alto-forno nas propriedades mecânicas de concretos, UFPA, Belém-PA, 2016.