



USO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS PARA REFORÇO DE TIJOLOS DE ADOBE DE SOLO-CIMENTO

Rânfler José Luan Rodrigues Soler (*), Rogério Simões Guilherme Júnior, Evanice Souza Lelis, Victória Santos Pereira, Raul Tadeu Lobato Ferreira

* Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário do Araguaia, ranflersoler@gmail

RESUMO

A geração e o descarte inadequado de resíduos, somados aos padrões de consumo insustentáveis, geram acúmulos e impactos negativos ao meio ambiente. A indústria da construção civil é um setor que gera resíduos em todas as fases de seu processo produtivo, e tais resíduos quando não são tratados corretamente podem causar problemas ambientais como a contaminação do solo, ar, e águas superficiais ou subterrâneas. Neste cenário, o desenvolvimento e o estudo de materiais e técnicas construtivas sustentáveis, se tornam relevantes. O resgate e o aperfeiçoamento das técnicas de construção com terra se apresentam como uma alternativa interessante para o desenvolvimento sustentável do setor construtivo, não só por reduzir a geração de resíduos durante o processo construtivo, mas também por possibilitar o reaproveitamento dos resíduos gerados pela própria indústria da construção e de outros setores. Desta forma, este trabalho tem como objetivo geral avaliar o desempenho mecânico de tijolos de adobe de solo-cimento reforçados com fibras de polietileno obtidas através do recorte de sacolas plásticas descartadas de forma inadequada. Para tanto, foram feitos ensaios de resistência à compressão com blocos produzidos a partir da mistura de solo-cimento com os teores de 0,00%, 0,50%, 0,75%, e 1,00% de fibras de polietileno após 7 dias de cura; avaliação da perda de resistência à compressão dos blocos em condição próxima à saturação; e ensaios de retração. Os blocos confeccionados se apresentam como uma alternativa interessante para o setor construtivo tanto em aspectos ambientais, como em aspectos técnicos. Todos os blocos contendo fibras em sua composição apresentaram resistência à compressão superior à dos blocos de referência nas duas situações avaliadas. Todas as misturas contendo fibra apresentaram retração desprezível.

PALAVRAS-CHAVE: adobe, solo-cimento, resíduo, polietileno, sustentabilidade.

ABSTRACT

The generation and improper disposal of waste, added to unsustainable consumption patterns, generate accumulations and negative impacts on the environment. The construction industry is a sector that generates waste at all stages of its production process, and such waste when not properly treated can cause environmental problems such as contamination of soil, air, and surface or underground water. In this scenario, the development and study of materials and sustainable construction techniques become relevant. The rescue and improvement of construction techniques with soil are presented as an interesting alternative for the sustainable development of the construction sector, not only because it reduces the generation of waste during the construction process, but also because it allows the reuse of the waste generated by the construction industry itself and other sectors. In this way, this work aims to evaluate the mechanical performance of soil-cement adobe bricks, reinforced with polyethylene fibers obtained through the cutting of plastic bags improperly discarded. For this purpose, compressive strength tests were carried out with blocks produced from the soil-cement mixture with 0.00%, 0.50%, 0.75%, and 1.00% of polyethylene fibers addition at 7 days of cure; evaluation of the loss of compressive strength of the blocks in a condition close to saturation; and retraction tests. The manufactured blocks are an interesting alternative for the construction sector, both in environmental and technical aspects. All the blocks containing fibers in their composition showed resistance to compression higher than that of the reference blocks in the two situations evaluated. All mixtures containing fiber showed negligible retraction.

KEY WORDS: adobe, soil-cement, waste, polyethylene, sustainability.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma grande consumidora de matérias-primas naturais. Estima-se que do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, 20% a 50% são utilizados pelo setor construtivo. Esse significativo impacto ambiental da construção civil tem levado diversos países a adotarem políticas ambientais específicas para o setor. Dentre essas políticas destaca-se: a reutilização de recursos, utilização de recursos renováveis, redução do consumo de recursos e proteção do meio ambiente. A incorporação de resíduos na produção de materiais além de contribuir na redução dos impactos ambientais pode permitir a obtenção de materiais com melhores características técnicas em diversas áreas (JOHN, 2001).



Uma das alternativas para redução dos impactos ambientais do setor construtivo é o uso de técnicas construtivas sustentáveis, dentre as quais pode-se citar o adobe. Os adobes são tijolos de terra crua, que se apresentam como uma técnica construtiva de baixo custo que oferece isolamento térmico e acústico, consome matéria-prima abundante, dispensa mão de obra especializada e possibilita grande variedade de formas e tamanhos. Para o melhoramento das propriedades mecânicas e hidráulicas dos adobes são empregados vários tipos de melhoramentos, sendo comum a adição de aglomerantes químicos e a incorporação de fibras. As fibras são incorporadas com a função de controlar a retração do solo e aumentar a resistência do bloco. Normalmente são utilizadas fibras vegetais ou esterco de animais, porém nos últimos anos tem se observado o estudo do uso de resíduos sólidos reciclados para este propósito (MORETTI, 2003; NEVES, 2004; CORRÊA et al., 2006; ROTONDARO, 2011).

Nos resíduos sólidos urbanos se observa grande volume de objetos plásticos descartados, dentre embalagens, brinquedos e utilidades domésticas. Particularmente, as embalagens plásticas têm ciclos de vida útil curtos e são rapidamente descartadas pelo consumidor. O polietileno é um material comumente utilizado na fabricação de embalagens que requerem alta resistência ao fissuramento sob tensão, e representa uma parcela significativa dos resíduos sólidos classificados como material plástico. E apesar dos índices brasileiros de reciclagem de plásticos terem aumentado, algumas dificuldades ainda persistem como a falta de programas de coleta seletiva, a falta de incentivo às recicladoras, e principalmente o descaso dos governos e da população (MANO, PACHECO, BONELLI, 2005; COUTINHO, MELLO, SANTA MARIA, 2003; OLIVEIRA, 2012).

Dentro desse contexto, o presente trabalho se propõe em estudar as propriedades de tijolos de adobe de solo estabilizado com cimento, com a incorporação de fibras de polietileno obtidas através do recorte de sacolas plásticas descartadas de forma inadequada, visando obter um bloco com características adequadas para o setor construtivo e que se enquadre nos conceitos de sustentabilidade.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar o desempenho mecânico de tijolos de adobe de solo-cimento reforçados com fibras de polietileno obtidas através do recorte de sacolas plásticas descartadas de forma inadequada. Para tanto foram feitos ensaios de resistência à compressão com os blocos produzidos a partir da mistura de solo-cimento com os teores de 0,00%, 0,50%, 0,75%, e 1,00% de fibras de polietileno após 7 dias de cura, avaliação da perda de resistência à compressão dos blocos em condição próxima à saturação; e ensaios de retração.

METODOLOGIA

MATERIAIS

Solo

O solo utilizado foi coletado no ano de 2017 em um local próximo às margens do contorno viário que liga as rodovias BR-070 e BR-158, próximo à MT-100, localizado no município de Pontal do Araguaia-MT. Após a coleta, o solo foi peneirado, descartando a fração pedregulho, e armazenado. De acordo com Schweig et al. (2018), trata-se de um solo granular classificado como areia siltosa ou argilosa. A Figura 1 apresenta a localização do ponto de coleta do solo.



Figura 1: Local de retirada do solo. Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

Cimento

O aglomerante utilizado neste trabalho foi o cimento Portland composto com pozolana (CP II-Z 32), devido sua disponibilidade na região. Tendo em vista a classificação do solo apresentada por Schweig et al. (2018) e seguindo os

teores recomendados pela Associação Brasileira de Cimento Portland (2004), o melhor teor de cimento para as misturas é de 7% em relação à massa seca de solo.

Fibras de polietileno

As fibras de polietileno foram obtidas do recorte de sacolas plásticas que seriam descartadas de forma inadequada. As sacolas plásticas foram recortadas com 3 cm de largura e 10 cm de comprimento.

CONFECÇÃO DOS BLOCOS DE ADOBE

Foram produzidos quatro grupos de blocos de adobe. O Quadro 1 apresenta as características dos grupos de blocos que foram produzidos. Os blocos confeccionados foram submetidos aos ensaios de resistência à compressão.

Quadro 1: Misturas para confecção dos blocos.

Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Nomenclatura	Composição		
	Solo (%)	Cimento (%)	Fibras de Polietileno (%)
Mistura 0	100	7,0	0,0
Mistura 1	100	7,0	0,50
Mistura 2	100	7,0	0,75
Mistura 3	100	7,0	1,00

O processo de produção dos blocos foi adaptado do roteiro de Buson (2009), em que primeiramente umidifica-se as paredes da betoneira com água, adiciona-se a mistura de solo com cimento e fibras de polietileno realizada previamente (Figura 2a), e por último, acrescenta-se água à mistura em pequenas quantidades, até que se atinja uma consistência plástica (Figura 2c). Os blocos foram moldados no chão recoberto com uma lona plástica utilizando um molde vazado com dimensões de 12 cm de largura, 24 cm de comprimento e 7 cm de altura. O processo consiste na colocação de pequenas quantidades da massa preparada no molde, com o devido cuidado para que não haja vazios (espaços não ocupados pela massa) (Figura 2d). O molde deve estar previamente untado com óleo lubrificante para facilitar o desenforme. Após preencher a fôrma completamente, é realizado o nivelamento, retirando o excesso de massa e garantindo uma superfície lisa na face superior do bloco. Por fim, o molde é levantado verticalmente para realização do desmolde. A cura dos blocos foi realizada ao ar, em temperatura ambiente, em local protegido das intempéries. Ao final do período de cura a massa e o volume dos corpos de prova foram verificados.



Figura 2: Etapas do procedimento de confecção dos blocos: (a) mistura prévia de solo, cimento e fibra; (b) mistura dos materiais na betoneira; (c) aspecto da mistura para moldagem; (d) moldagem dos blocos.

Fonte: Arquivo pessoal (2021).



ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

O ensaio de resistência à compressão simples foi conduzido com o objetivo de verificar o efeito que a adição das fibras de polietileno tem na resistência à compressão do bloco em relação aos blocos de adobe de solo-cimento sem nenhum tipo de adição. A preparação dos corpos de prova se deu pelo capeamento da face superior do tijolo com argamassa de cimento após o período de cura de 7 dias. Conforme proposto por Silva (2015) e Schweig et al. (2018), a argamassa produzida para este fim possui traço de 1:2, com umidade de 25%, e aplicada com espessura máxima de 3 mm. Este procedimento teve como objetivo garantir o paralelismo das faces comprimidas. Na Figura 3 pode-se observar o aspecto dos blocos produzidos após a etapa de capeamento.



Figura 3: Blocos capeados para o ensaio de resistência à compressão simples. Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Após um período de 24 horas, para a cura da argamassa, colocou-se o bloco de forma centralizada no prato da máquina de ensaio à compressão. Duas placas metálicas foram utilizadas para transferir a carga ao corpo de prova de modo uniforme. As amostras foram submetidas à verificação da resistência à compressão, com uma velocidade de carregamento de 50 mm/min. Nesse procedimento foram avaliados 5 blocos de cada mistura após um período de cura de 7 dias.

A resistência à compressão dos blocos também foi avaliada em uma condição crítica. Aos 7 dias de cura, cinco blocos de cada mistura, foram capeados e submetidos à 24 horas de imersão em água à temperatura ambiente após a cura da argamassa. Nesse procedimento também foram utilizadas placas metálicas para transferência uniforme da carga aplicada pela máquina de ensaio, e a velocidade de carregamento também foi de 50 mm/min. Nas duas situações, a resistência à compressão média dos blocos de cada grupo foi definida pela média simples de cinco determinações.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de resistência foram tratados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA), teste de comparações múltiplas de médias (teste Tukey), e teste T Student utilizando o software gratuito Paleontological Statistics (PAST) versão 3.22. A ANOVA foi feita com o objetivo de verificar a existência de diferenças significativas entre as misturas com diferentes teores de fibras de polietileno, o teste Tukey foi aplicado com o intuito de identificar quais composições apresentaram diferença significativa.

O teste T Student, que foi conduzindo presumindo variâncias diferentes entre as misturas, foi aplicado para verificar a existência de diferença significativa entre a resistência à compressão média dos blocos submetidos e não submetidos ao período de imersão em água. Como a hipótese tem como base a diferença de médias, a análise dos dados por esse tratamento foi feita considerando um teste bicaudal.

Na análise da existência de diferenças significativas entre as composições foram levantadas duas hipóteses: a hipótese nula, que considera não haver diferença entre as médias, e a hipótese alternativa, em que nem todas as médias são iguais. Em todas as análises foi considerado satisfatório o nível de significância (p) de 5%. Se $p \leq 5\%$, a hipótese nula é rejeitada, indicando a existência de diferença significativa entre as médias, e se $p > 5\%$, não existem diferenças significativas.

ENSAIO DE RETRAÇÃO

O ensaio de retração foi realizado com as misturas 1, 2 e 3, conforme os procedimentos propostos por Buson (2009), sendo adaptados da metodologia proposta pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED, 1999 *apud* BUSON, 2009). Nesse ensaio, a mistura é considerada adequada quando, na análise dos resultados, não apresentar trincas nem

retração superior à 2 centímetros. O procedimento consiste no preparo de uma massa de consistência similar à do adobe que deve ser acondicionada na caixa de ensaio, que apresenta dimensões internas de 3,5 cm de altura, 8,5 cm de largura e 60 cm de comprimento. A Figura 4 representa o processo de acondicionamento da mistura na caixa de ensaio. Após o período de cura de 7 dias, se verifica a existência de fissuras e trincas, e é feita a medição da retração do material na direção de maior dimensão da caixa, com precisão de 1 mm.



Figura 4: Disposição das misturas na caixa do ensaio de retração. Fonte: Arquivo pessoal (2021).

RESULTADOS OBTIDOS

Os valores médios de resistência à compressão simples dos tijolos de adobe de solo-cimento confeccionados com diferentes teores de fibra de polietileno são apresentados na Figura 5. De modo geral, observa-se o aumento da resistência média à compressão simples dos blocos com a adição de fibra, sendo que os blocos das misturas 1, 2 e 3 apresentaram respectivamente um aumento de resistência de 22%, 50%, e 46 % em relação à mistura de referência (mistura 0). O maior valor de resistência à compressão média obtido foi o da mistura 2, seguido pela resistência média da mistura 3.

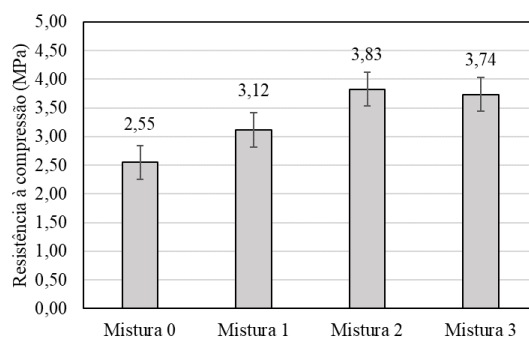


Figura 5: Resistência à compressão simples média aos 7 dias de cura. Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Através da ANOVA, foi possível observar que existe diferença significativa entre as quatro composições analisando a resistência à compressão simples dos blocos ($p < 0,05$). Através do teste Tukey foi possível observar que todas as misturas contendo fibras de polietileno apresentam diferenças significativas em relação à mistura de referência. Nessa mesma análise, observou-se que a mistura 1 se diferencia das misturas 2 e 3 de modo significativo, e que essas duas últimas não apresentam diferenças significativas entre si.

Os valores médios de resistência à compressão simples dos tijolos de adobe após 24 horas de imersão em água, são apresentados na Figura 6, juntamente com os valores médios de resistência à compressão simples dos blocos não submetidos à imersão em água, para comparação.

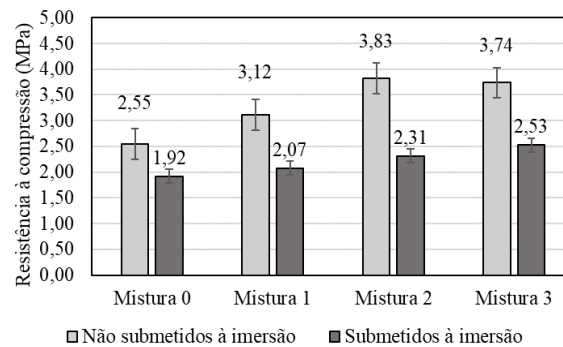


Figura 6: Resistência à compressão simples média aos 7 dias de cura após 24 horas de imersão em água. Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Após a imersão em água, os blocos das misturas 0, 1, 2, e 3, apresentaram uma redução na resistência à compressão simples de 25%, 33%, 40%, e 32%, respectivamente. De acordo com o teste T, todas essas perdas de resistência à compressão são significativas ($p < 0,05$). De todo modo, destaca-se que após a imersão em água, os blocos das misturas 1, 2 e 3, respectivamente, apresentaram valores de resistência à compressão 8%, 50%, e 46 % maiores que a resistência da mistura de referência (mistura 0). Através da ANOVA, foi possível observar que existe diferença significativa entre as quatro composições analisando a resistência à compressão simples após 24 horas de imersão em água ($p < 0,05$). Através do teste Tukey foi verificado que existem diferenças significativas entre a mistura de referência (mistura 0) e as misturas 2 e 3.

Para todas as composições contendo fibra de polietileno, não foi observado pico de resistência. Na análise dos corpos de prova dessas misturas, o percurso máximo do prato da máquina de ensaio à compressão (25 mm) foi atingido sem que fosse verificada perda de resistência. Sendo assim, os valores de resistência apresentados para essas misturas se referem à resistência oferecida pelo bloco até o momento em que se atingiu a deformação limite. De acordo com Veiga (2008), enquanto a fratura de um adobe comum é do tipo frágil, a fratura do adobe com adição de fibras é do tipo dúctil, o que condiz com o que foi observado na realização do ensaio de resistência à compressão. Esse mesmo comportamento também foi observado por Schweig et al. (2018). A Figura 7 exemplifica o comportamento dos blocos com adição de fibra de polietileno no estado de deformação limite.



Figura 7: Bloco no estado de deformação limite. Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Em linhas gerais, se observa que a adição de fibras de polietileno, nos teores analisados, não prejudicou o desempenho mecânico do bloco. Dentro desse contexto, pode-se citar as pesquisas desenvolvidas por Schweig et al (2018), Barroso (2019), e Novato (2019), que estudaram respectivamente o efeito da adição de fibras de papel kraft, fibras de madeira (serragem) e fibras de borracha (resíduo de recapagem de pneu) em tijolos de adobe de solo-cimento. De acordo com os resultados apresentados por Schwieg et al (2018), a incorporação de fibras de papel kraft em tijolos de adobe de solo-cimento pode aumentar a resistência à compressão do bloco em até 40%.



Barroso (2019) observa que, em excesso, as fibras de madeira podem comprometer de modo significativo a resistência à compressão dos blocos. A autora não observou ganhos de resistência com esse tipo de incorporação. A incorporação de fibras de borracha feita por Novato (2019) não foi satisfatória. Aos sete dias de cura a autora observou que esse tipo de adição pode promover uma redução de resistência da ordem de 50%. Nesse sentido, as fibras de polietileno se apresentam como uma proposta interessante para reforço de tijolos de adobe de solo-cimento, tendo em vista que todas as misturas contendo esse tipo de fibra apresentaram resistência à compressão superior à da mistura de referência (sem fibras).

O ensaio de retração pelo método da caixa apresentou resultados satisfatórios para todos os traços avaliados (misturas 1, 2 e 3). Todas as misturas apresentaram retração inferior à 2 cm e não se observou a ocorrência de fissuras em nenhuma das amostras, como representado na Figura 8. As misturas 2 e 3 não apresentaram retrações significativas para a realização da medição com precisão de 1 mm, e dessa forma a retração dessas misturas foi considerada nula. A retração da mistura 1 foi de 2 mm, um valor muito abaixo do valor máximo admissível de 2 cm recomendado pela literatura.



Figura 8: Aspecto final das amostras para análise de retração. Fonte: Arquivo pessoal (2021).

De acordo com Morett (2003), em técnicas de construção com terra a incorporação de fibras tem como objetivo armar o barro com uma trama interna, aumentando sua resistência e distribuindo os efeitos de retração e expansão. No estudo desenvolvido por Schweig et al (2018) os autores observaram que a incorporação de fibras de papel kraft neutralizou a retração da mistura solo-cimento. Na mistura de referência, sem adição de fibras os autores não observaram a presença de trincas e a retração (4 mm) não ultrapassou o valor limite recomendado pela literatura (20 mm). Novato (2019), apesar de também ter observado retrações admissíveis, observou a formação de trincas na mistura sem adição de fibras. E apesar da incorporação de fibras de borracha ter diminuído a resistência à compressão do compósito, a autora observou que todas as misturas contendo esse tipo de adição apresentaram retrações admissíveis sem a formação de trincas. Da mesma forma, Barroso (2019) observou que a incorporação de fibras de madeira diminui a retração da mistura solo-cimento. Nesse sentido, destaca-se o desempenho das fibras de polietileno em relação às fibras avaliadas pelos autores citados, pois reduz a retração e o surgimento de fissuras sem prejudicar a resistência dos blocos.

Com base na massa e no volume dos corpos de prova aos 7 dias de cura, se observa que os blocos das misturas 0, 1, 2 e 3 apresentam uma densidade média de 1,81, 1,60, 1,70, e 1,71 g/cm³, respectivamente. Observando a densidade média dos blocos pode-se inferir que a incorporação de fibras aumenta a porosidade do material. Schweig et al (2018) e Barroso (2019) observaram que o aumento do teor de fibras na composição aumenta a capacidade de absorção de água dos blocos, que se relaciona diretamente com a porosidade do material. O aumento da porosidade dos blocos é interessante não só por reduzir os carregamentos na estrutura, mas também por beneficiar aspectos relacionados ao conforto térmico e acústico nas edificações (SILVA, 2000; CARVALHO, LOPES, 2012).

CONCLUSÕES

A incorporação de fibras de polietileno nos teores propostos no presente estudo pode promover um ganho de resistência da ordem de 50% aos 7 dias de cura. Todas as misturas contendo fibras em sua composição apresentaram ganhos de resistência significativos em relação à mistura de referência (sem fibras). Apesar de não se ter observado algum efeito deletério da incorporação desse tipo de fibra na resistência à compressão do compósito, após 24 horas de imersão em água, todas as composições estudadas apresentaram perdas de resistência significativas. De todo modo, salienta-se que mesmo após 24 horas de imersão em água, todas os blocos com fibra apresentaram resistência à compressão superior à dos blocos de referência. Todas as misturas contendo fibras em sua composição apresentaram desempenho satisfatório



no ensaio de retração. A mistura 3 se destaca em relação às demais composições com fibra por apresentar retração desprezível e por apresentar a menor perda de resistência após 24 horas de imersão em água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). **Dosagem das Misturas de Solo-cimento – Normas de Dosagem e Métodos de Ensaio**. São Paulo, 2004.
2. Barroso, K. O. **Tijolos de adobe de solo-cimento com adição de resíduo de serragem de madeira e cinza da casca de arroz**. Monografia. Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Barra do Garças – MT, 2019.
3. Buson, M. A. **Kraftterra: Desenvolvimento e Análise Preliminar do Desempenho Técnico de Componentes de Terra com a Incorporação de Fibras de Papel Kraft Provenientes da Reciclagem de Sacos de Cimento para Vedação Vertical**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2009.
4. Carvalho, T. M. P., Lopes, W. G. R. A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável da construção civil. **Anais... VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Palmas: VII CONNEPI, 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3762/2940>. Acesso: 24 de abril de 2021.
5. Correa, A. A. R., Teixeira, V. H., Lopes, S. P., Oliveira, M. S. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua). **Ciênc. Agrotec.** v. 30, p. 503-515, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000300017&lng=pt&nrm=iso. Acesso: 24 de abril 2021.
6. Coutinho, F. M. B., Mello, I. L., Santa Maria, L. C. de. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros**. v. 13, p. 01-13, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282003000100005&lng=en&nrm=iso. Acesso: 24 de abril de 2021.
7. Google. **Google Earth**. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/>. Acesso: 17 de junho de 2019
8. John, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: Cassa, J. C. S., Carneiro, A. P., Brum, I. A. S (Org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. 312 p.
9. Mano, E. B., Pacheco, E. B. A. V., Bonelli, C. M. C. **Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem**. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher Ltda, 200p, 2005.
10. Morett, H. T. **A importância da inserção dos sistemas construtivos de solo-cimento no processo de industrialização da construção**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.
11. Neves, C. M. M. Resgate e atualização do construir com terra: O projeto PROTERRA. **Anais... I Conferência latino-americana de construção sustentável & X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. São Paulo, 2004.
12. Novato, F. G. C. A. **Tijolos de adobe com solo-cimento e adição de resíduo de recapagem de pneus**. Monografia. Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Barra do Garças – MT, 2019.
13. Oliveira, M. C. B. R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.
14. Rotondaro, R. Adobe. In: Neves, C.; Farias O. B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011.
15. Schweig, E. O., Ferreira, R. T. L., Rezende, G. B. M., Aquino, V. B. M., Christoforo, A. L., Lahr, F. A. R. Adobe Soil-Cement Bricks Reinforced with Recycled Kraft Paper Fibers. **International Journal Of Materials Engineering**, v. 8, p. 101-108, 2018.
16. Silva, B. A. **Estudo de Misturas Solo-cimento Agregado Reciclado de Telhas Cerâmicas para Fabricação de Blocos para Alvenaria**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2015.
17. Silva, C. G. T. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua**. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro – RJ, 2000.
18. Veiga, L. F. M. **Caracterização físico-química de adobe estabilizado com amido de mandioca**. Dissertação de Mestrado. Rede Temática em Engenharia de Materiais. Belo Horizonte – MG, 2008.