

ENRIQUECIMENTO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO COM ÓLEOS MINERAIS E VEGETAIS DESCARTADOS.

ENRICHMENT OF BRICK SOIL-CEMENT WITH MINERAL AND VEGETABLE OILS DISCARDED.

Francisco Welison de Queiroz, Estudante de Bacharelado em Engenharia Civil no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras.

welison_93@hotmail.com

Lucas Almeida de Queiroga, Estudante de Bacharelado em Engenharia Civil no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras.

lucas_queiroga@hotmail.com.br

João Victor Soares de Araújo, Estudante de Bacharelado em Engenharia Civil no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras.

jv.eng.civil@outlook.com

Gastão Coelho de Aquino Filho, M. Sc. em Geotecnia e Docente de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras.

gastao.aquino@ifpb.edu.br

Resumo

Visando uma série de requisitos que definem o uso do tijolo, foi desenvolvido o tijolo solo-cimento, formulado pela compactação da mistura solo, cimento e água. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a resistência à compressão desses tijolos enriquecidos com óleos minerais ou vegetais, estudando a possibilidade de criar um produto mais resistente que consuma a menor quantidade de água possível em sua fabricação, atenuando a escassez de água. Após um aprofundamento bibliográfico, tornou-se primordial uma análise do comportamento das propriedades físicas do solo escolhido. O solo coletado foi caracterizado de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, referente à massa específica, granulometria e compactação. Obteve-se a resistência à compressão em prensa hidráulica. Foi comprovado através dos ensaios de compactação e de compressão simples, respectivamente, que o aumento no teor de óleo empregado na mistura induz um decréscimo nos valores da umidade ótima e resistência à compressão.

Palavras-chave: Solo; Óleo; Tijolo

Abstract

Aiming at a series of requirements that define the use of brick, the soil-cement brick, formulated by the compaction of the soil, cement and water mixture, was developed. The main objective of this work is to evaluate the compressive strength of bricks of soil-cement enriched with mineral oils or vegetable, studying the possibility of creating a product more resistant that consume the least amount of water possible in its manufacturing, improving water scarcity. After a deepening of literature, has become required an analysis of the behavior of the physical properties of the chosen soil became paramount. The soil collected was analyzed according to the norms of the Brazilian Association of Technical Standards. The compressive strength was obtained in hydraulic press. It has been proven through the tests of compaction and compression-simple, respectively, than the increase in the oil content is employed in the mixture induces a decrease in the values of the great moisture and resistance to compression.

Keywords: Soil;Oil;Brick

1. Introdução

Tendo em vista a necessidade de o ser humano habitar em edificações, a tecnologia tem fornecido com o passar dos séculos conforto, segurança e qualidade de vida a maioria das pessoas. A viabilidade econômica é fator preponderante para que tudo isso seja cabível a realidade das mais variadas classes sociais. Entretanto a escassez de recursos propicia um ambiente de inovação com o intuito de desenvolver métodos e produtos que minimizem os custos e alavanquem o sistema produtivo. Por sua vez a construção civil se utiliza dessa realidade para fluir com o auxílio da ciência.

Durante o início do processo de civilização no Oriente, a técnica de sobreposição de blocos (sendo esses de pedra ou barro) para a construção de paredes residenciais, diques, canais fluviais entre outras edificações, foi amplamente utilizada e até hoje possui seu espaço na construção civil moderna. O tijolo foi peça fundamental no desenvolvimento tecnológico no método construtivo, data-se do primeiro tijolo por volta de 7500 a.C., que inicialmente foi um produto cerâmico, retangular e maciço. Diferentes necessidades levaram a formulação de uma gama de tijolos que diferem desde seu formato até a sua matéria prima e o método produtivo.

Visando uma série de requisitos que definem o uso do tijolo, foi desenvolvido o tijolo de solo-cimento, formulado a partir da compactação da mistura solo, cimento e água. Sua produção é ecologicamente correta já que dispensa queima em fornos a lenha, é dispensável o reboco podendo ficar aparente já que possui um belo design. Obras com esse tipo de material são consideravelmente mais limpas, pois a quantidade de argamassa entre tijolos é bem reduzida e a praticidade no decorrer da obra é um fator importante, rapidamente as paredes são erguidas com esse tipo de tijolo pois o mesmo é modulado de maneira a ser encaixado para a facilidade do profissional que está desenvolvendo esse

trabalho. Este tijolo é vazado internamente com a possibilidade de interação com os projetos complementares para ocorrerem simultaneamente no decorrer da obra acelerando ainda mais a velocidade de conclusão.

Infelizmente, este tijolo ecológico, como é conhecido, enfrenta dificuldades em ser amplamente aceito no mercado por apresentar maior absorção de água e menor resistência se comparado ao tijolo tradicional, dificultando o seu uso na maioria das obras já que essas qualidades são indispensáveis para uma edificação durável. Assim é inviável utilizar o tijolo ecológico em alguns casos específicos como em locais com índice elevado de umidade, porém mesmo em situações onde o clima é seco a utilização deste tipo de tijolo faz-se necessário uma impermeabilização eficiente.

Não somente bastando a disfunção relativa à permeabilidade, a resistência dos tijolos ecológicos é algo a ser discutido, sendo fundamental para a qualidade da edificação e sua utilização no dia-a-dia de maneira eficiente e eficaz, evitando alguns problemas como a baixa capacidade em absorver impactos facilitando a quebra em quinas, surgimento de rachaduras, entre outras desvantagens relacionadas à baixa resistência mecânica.

Outro fator preponderante para a realização da pesquisa é a necessidade da economia de água no cenário de escassez hídrica atual, que tem se agravado cada vez mais na presente região, tendo em vista que a utilização de óleos na composição dos tijolos poderia diminuir a quantidade de água de amassamento para a confecção destes. Além disso, o emprego do óleo descartado na fabricação de alvenaria atenuaria um problema sério relacionado ao óleo, que é a sua forma indevida de descarte.

2. Revisão

Mais do que uma simples peça da construção civil, o tijolo é um elemento fundamental em obras de engenharia e extremamente complexo, foi e é objeto de estudo dos mais variados pesquisadores, desde engenheiros civis a químicos, que estudam as propriedades aglutinantes de variados materiais.

Segundo Silva (2005), a técnica de construção com solo, especialmente o solo-cimento com ou sem resíduos vegetais em geral, apesar de antiga ainda necessita de estudos. A utilização de materiais recicláveis ou de origem natural torna-se cada vez mais crescente, pois existe um mercado abundante promissor sem que ocorra a destruição do meio ambiente, cuja proteção é atualmente bastante discutida.

Taveira (1987) cita que a utilização de produtos tais como óleos de origem vegetal ou animal, ou emulsões asfálticas tem a finalidade de aumentar significativamente a impermeabilidade, melhorando as condições de durabilidade.

Assim sendo, torna-se relevante a utilização dos recursos disponíveis a realidade de cada região, de forma que produtos abundantes e de baixo custo de exploração podem auxiliar no desenvolvimento de materiais produzidos tecnicamente viáveis e ecologicamente corretos.

Na composição do tijolo solo-cimento, o solo é o componente que entra em maior proporção. A princípio qualquer solo pode ser utilizado, mas ele deve ser escolhido de

modo que a quantidade de cimento necessária para sua estabilização seja a menor possível, reduzindo o custo final do tijolo (Souza et. al, 2008).

Segundo estudos realizados pelo CEPED (1999) apud Silva (2005), os solos mais apropriados para a fabricação de tijolo solo-cimento são os que possuem teor de areia variando entre 45 e 90%, teor de silte + argila entre 10 e 55%, teor de argila menor que 20% e limite de liquidez menor que 45%. Além disto, Bueno & Vilar (1998) indica uma areia-siltosa como um tipo de solo que possui boa resistência quando compactado e torna-se quase impermeável.

Este tipo de análise nos leva a observar os materiais presentes na microrregião de Cajazeiras, no Alto Sertão Paraibano, algumas particularidades são perceptíveis, entre elas: solo predominante silte-arenoso, pouca ou quase nenhuma reutilização de óleos vegetais e minerais, uso em larga escala de cimento Portland CP II-Z-32.

Avaliando este conjunto de recursos disponíveis, o uso de óleos vegetal e mineral para fabricação de tijolos seria ideal, não somente pela qualidade da matéria prima, mas também pela facilidade econômica em suas obtenções.

3. Procedimentos metodológicos

Durante o início do processo de pesquisa em busca dos resultados desejados, foi fundamental o aprofundamento bibliográfico detalhado, relacionado com a análise do estado da arte sobre o tipo de tijolo proposto.

Depois disto, tornou-se primordial uma análise do comportamento das propriedades físicas do solo selecionado a partir de uma jazida escolhida que poderia fornecer matéria prima em abundância. A coleta do solo foi feita de maneira preliminar em regiões diferenciadas para a análise em busca da granulometria ideal através de uma análise tátil visual. Essa comparação foi confirmada por meio de ensaios de laboratório cujos resultados foram comparados por curvas granulométricas de referências, obtidas na bibliografia. O solo coletado deve ser isento de matéria orgânica, seco a sombra, destorroado e analisado de acordo com as normas da ABNT: massa específica (ABNT: NBR 6458/16), granulometria (ABNT: NBR 7181/16), e compactação (ABNT: NBR 12023/12).

Os óleos vegetais já utilizados foram coletados na cozinha do restaurante universitário do campus, os óleos minerais foram obtidos em empresas da região que os descartam de maneira indevida. Estes foram filtrados e armazenados em garrafas plásticas sem exposição à luz do sol.

O cimento Portland CII-Z-32 foi facilmente obtido em lojas de material de construção.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise de solos no Campus Cajazeiras-IFPB. Os procedimentos seguiram as NBR's (Normas brasileiras) quanto à atividade que foi desenvolvida.

A partir da disponibilidade de todos os materiais previstos, foram escolhidos os traços a serem estudados. Foi usado para todas as misturas, um teor de 90% de solo e 10% de cimento, variando apenas a quantidade de óleo a ser adicionada. A quantidade de água

inserida na mistura dependia do resultado do ensaio de compactação de cada traço, em que era definido a umidade ótima. A porcentagem de óleo na mistura variou em 2% (Traço 2), 4% (Traço 3), 6% (Traço 4), 8% (Traço 5) e 10% (Traço 6), do total da mistura. Além disso, foi confeccionado um traço sem adição de óleo (Traço 1), para ser feito o comparativo em relação à resistência e quantidade de água utilizada.

As misturas decorreram na betoneira com as devidas dosagens, salientando que a umidade ótima já havia sido pré-definida para que a mistura fosse realizada. Assim com a mistura homogeneizada, os corpos de prova foram moldados em cilindros de Proctor normal pequeno, com volume de 1000 cm³, e cilindro pequeno com massa de 2500 g de acordo com a ABNT: NBR 12024/12.

A resistência à compressão foi determinada em prensa hidráulica (ABNT: NBR 12025/12).

4. Aplicações/Resultados

Diante da vasta gama de variações do solo possíveis, a classificação do solo coletado como um Silte-Arenoso foi a comprovação da capacidade de produção de tijolos solo cimento, pois o Silte-Arenoso tem características ideais para a compactação, atingindo valores adequados quanto a massa específica do material final, é amplamente utilizado nas sub-bases de estradas em todo o país graças a suas características físicas. Identificou-se após a construção da curva de compactação que a massa específica máxima obtida com a umidade ótima de 11,5% a partir do ensaio de compactação foi de 1,906 g/cm³, um valor bastante positivo e dentro dos parâmetros para a produção de tijolos solo-cimento. A análise granulométrica por sua vez mostrou dados bastante importantes como a baixa quantidade de argila (cerca de 5%) e uma boa quantidade de areia fina, média e grossa, valores que também demonstraram a viabilidade da produção de tijolos solo-cimento.

Os resultados dos ensaios de compactação estão dispostos na Tabela 1:

Traços	Umidade ótima (w_{ot})	Massa específica seca máxima
Traço 1 (0% óleo)	11,50%	1,906 g/cm ³
Traço 2 (2% óleo)	9,70%	1,923 g/cm ³
Traço 3 (4% óleo)	8,60%	1,957 g/cm ³
Traço 4 (6% óleo)	7,50%	1,951 g/cm ³
Traço 5 (8% óleo)	5,50%	1,961 g/cm ³
Traço 6 (10% óleo)	3,30%	1,988 g/cm ³

Tabela 1: Resultados dos ensaios de compactação

Como pode ser observado, o aumento no teor de óleo empregado na mistura induz a um decréscimo do valor da umidade ótima, comprovando assim a diminuição na quantidade de água necessária para se obter uma melhor compactação. Entretanto, deve ser levado em

consideração a quantidade mínima de água presente na mistura para a hidratação do cimento, que se encontra por volta de 40% da massa do aglomerante, exigência essa que não foi atendida no Traço 6, podendo então apresentar uma diminuição na resistência. Além disso, foi notado que a massa específica seca máxima aumenta conforme a quantidade de óleo utilizada, significando que um acréscimo de óleo confere um melhor resultado. Logo, pode-se inferir que a adição de óleo a um solo silte-arenoso permite a este uma melhor compactação, podendo ser empregado na preparação de subleitos em diversas áreas da engenharia, como estradas, barragens de terra, aeroportos e aterros, gerando um menor consumo de água.

As dosagens escolhidas para realização do ensaio à compressão simples foram as com 6%, 8% e 10%, por se tratarem das que menos precisariam de água. Além disso, o ensaio também foi executado com o traço 1, para ser realizado o comparativo das resistências referente a adição de óleo.

Com a realização dos ensaios, foram obtidos os resultados mostrados na Tabela 2:

Traços	Resistência média com 7 dias (MPa)	Resistência média com 14 dias (MPa)	Resistência média com 28 dias (MPa)
Traço 1 (0% óleo)	1,65	1,98	2,30
Traço 4 (6% óleo)	0,79	1,12	1,30
Traço 5 (8% óleo)	0,07	0,13	0,27

Tabela 2: Resultados dos ensaios de resistência à compressão.

Os corpos de prova do Traço 6 (10% óleo) não apresentaram resistência quando submetidos ao ensaio na prensa hidráulica.

Os valores encontrados em relação ao Traço 1, que representa o tijolo solo-cimento convencional, no ensaio se mostraram bastante superiores aos demais, atingindo uma resistência média aos 28 dias de 2,30 MPa, enquanto que nos traços 4 e 6 foram de 1,30 MPa e 0,27 MPa, respectivamente. Considerando os resultados encontrados, pode-se notar que apesar da diminuição na quantidade de água utilizada na confecção do tijolo solo-cimento, o acréscimo de óleo promoveu uma significativa redução na resistência. Porém, baseando-se nos estudos de Neves (1988), em relação ao uso do solo-cimento, a resistência à compressão destes blocos deve ser igual ou maior que 1,0 MPa. Logo, como se pode observar na Tabela 2, o Traço 4 (6% óleo) apresentou uma resistência adequada aos 28 dias, sendo assim um resultado que viabiliza a utilização do tijolo na produção de paredes monolíticas. Em resumo, com a adição de óleo, além da redução na quantidade de água para a fabricação do tijolo, também se obteve uma resistência à compressão adequada. Porém, deve-se ressaltar que o excesso de óleo na mistura promove uma redução drástica na resistência dos tijolos, como é observado no Traço 5, comprometendo assim a eficácia do produto final, o tornando inviável para o mercado construtivo.

5. Considerações Finais

Ao final do trabalho realizado, foi possível constatar que, a adição de óleo na confecção do tijolo promoveu uma diminuição na umidade ótima da mistura, ocasionando uma redução da quantidade de água para obtenção de um elevado grau de compactação. No entanto, os resultados esperados no ensaio de compressão simples não foram atingidos, já que foi constatado que o acréscimo de óleo na mistura resultou em uma queda na resistência à compressão dos tijolos. Para alcançar resultados mais satisfatórios seria necessária a aplicação dos ensaios fazendo uso de outros tipos de solo e analisar o comportamento destes na presença do óleo como aditivo para o tijolo solo-cimento. Além disso, seria de fundamental importância estudos mais aprofundados a respeito das propriedades do óleo e as reações provocadas na sua interação com o cimento, a fim de diagnosticar a causa do decréscimo da resistência mecânica do tijolo.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181. Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12023. Solo-cimento – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12024. Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12025. Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6458. Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.
- BUENO, Benedito de Souza; VILAR, Orêncio Monje. Mecânica dos solos volume I. São Carlos: EESC-USP, 1998.
- NEVES, C.M.M. Desempenho de paredes-procedimento adotado para paredes monolíticas de solo-cimento. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 1988, Florianópolis. Anais... Florianópolis: [s.n], 1988. P.58-64.
- SILVA, S. R. Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira. Tese (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Belo Horizonte, MG, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 219p. 2005.
- SOUZA, T. I.; CARDOSO, A. V. Utilização de resíduos sólidos da indústria de celulose Kraft na fabricação de cimento: caracterização físico-química, 18º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Porto de Galinhas, PE, Brasil. 2008



TAVEIRA, E. S. N. O solo-cimento no campo e na cidade. Construir, morar, habitar. 2ª ed. São Paulo: Ícone Editora, Coleção Brasileira Agrícola, 1987.