

Adição de tetra pak triturado na fabricação de tijolos e argamassas

Addition of tetra pak crushed in the manufacture of bricks and grout

Victor Valério Landim da Silva, Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB/Campus Cajazeiras.

vic.landim@hotmail.com

Rayrinne Stefani de Abreu Rolim, Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB/Campus Cajazeiras.

rayrinne.stefani@gmail.com

Gastão Coelho de Aquino Filho, Mestre, Docente do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB/Campus Cajazeiras.

gastao.aquino@ifpb.edu.br

Resumo

A utilização de materiais reciclados no processo construtivo reduz a demanda por insumos não renováveis, além de reduzir a pressão ambiental nas áreas destinadas ao descarte sendo uma alternativa de uso de materiais convencionais. Nesta pesquisa foi promover a adição de tetra pak triturado na produção de tijolos e argamassas, estudando a possibilidade de criar um produto mais resistente e reduzindo o impacto ambiental pelo lançamento destes produtos na natureza. No Laboratório de Análise de Solos no *Campus* Cajazeiras-IFPB, foi feita a análise do comportamento das propriedades físicas do solo selecionado em busca da granulometria ideal. Os resultados foram comparados por curvas granulométricas de referências e analisados de acordo com as normas da ABNT, chegando assim a um produto com resistência considerável. Portanto, torna-se relevante a utilização dos recursos disponíveis a realidade de cada região, de forma a auxiliar no desenvolvimento de materiais tecnicamente viáveis e ecologicamente corretos.

Palavras-chave: Tetra pak; Tijolo; Argamassa

Abstract

The use of recycled materials in the construction process reduces the demand for non-renewable inputs, as well as reducing environmental pressure in areas destined for disposal as an alternative to the use of conventional materials. In this research was to promote the addition of crushed tetra pak in the production of bricks and grout, studying the possibility of creating a more resistant

product and reducing the environmental impact by launching these products in nature. In the Laboratory of Soil Analysis in Campus Cajazeiras-IFPB, the behavior of the physical properties of the selected soil was analyzed in order to obtain the ideal granulometry. The results were compared by reference grain size curves and analyzed according to ABNT standards, thus reaching a product with considerable resistance. Therefore, it becomes relevant to use the resources available to the reality of each region, in order to assist in the development of technically feasible and ecologically correct materials.

Keywords: *Tetra pak; Brick; Grout*

1. Introdução

O tijolo, elemento fundamental em obras de engenharia e extremamente complexo, foi, e é objeto de estudo dos mais variados pesquisadores, desde engenheiros civis até 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.

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.

É sabido que as vantagens do tijolo e da argamassa fabricado com solo-cimento são diversas, porém, é apreciável a inovação quando essa tecnologia é enriquecida na matriz do produto por adição de novos componentes.

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, fácil obtenção de embalagens de tetra pak, uso em larga escala de cimento Portland CP II-Z-32. 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. Após estudos relacionados aos materiais de construção alternativos percebeu-se um material utilizado em grande escala pela população que seria bastante útil na construção civil: embalagens Tetra Pak. Que são embalagens feitas de papel (cartão), plástico (polietileno de baixa densidade) e alumínio

(ver Figura 1). Logo possuem características que fazem delas material interessante para a reutilização, pois são bastante prejudiciais ao meio ambiente e ao mesmo tempo se transformam numa excelente matéria prima para produção de diversos produtos.

Tendo em vista a necessidade do ser humano de habitar em edificações, a tecnologia tem fornecido com o passar dos séculos conforto, segurança e qualidade de vida à 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.

Conhecendo as propriedades desejadas da matéria prima e tendo em vista que a embalagem tetra pak já vem sendo utilizada como material na construção civil, o presente trabalho tem o objetivo de promover a inovação, por meio da adição de tetra pak triturado na produção de tijolos e argamassa, visto que é um material abundante na nossa microrregião e de fácil manuseio.

Vislumbrando o uso do tijolo na construção civil, foram desenvolvidos os tijolos de solo-cimento, formulado a partir da compactação da mistura solo, cimento e água. Observando os requisitos que define o uso de tijolos e argamassas, formulados a partir da adição de tetra pak triturado, sua produção é ecologicamente correta e obras com esse tipo de material são consideravelmente mais limpas, e conseqüentemente, o serviço torna-se mais rápido, o que facilita o tempo de entrega da obra. Também se ressalta que dispensam 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 ocorrerem simultaneamente no decorrer da obra acelerando ainda mais a velocidade de conclusão.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Solos no *Campus* Cajazeiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB).

Foi feita uma análise do comportamento preliminar das propriedades físicas de vários tipos de solo selecionados a partir de jazidas escolhidas que pudessem fornecer matéria prima em abundância e em regiões diferenciadas, para a análise em busca da granulometria ideal.

As embalagens de tetra pak foram coletadas na cozinha do próprio campus, no aterro sanitário do município, em postos de coletas já existentes e através de campanhas na comunidade. Depois de coletado, o material foi processado em máquina trituradora de papel. O cimento Portland utilizado CII-Z-32.

Os procedimentos seguiram as normas da NBR quanto à atividade que está sendo desenvolvida. A partir da disponibilidade de todos os materiais previstos, as misturas foram feitas na argamassadeira com as dosagens no traço de 1 : 5 (cimento e solo) e posteriormente, devido à baixa resistência encontrada, a dosagem foi modificada para 1 : 2,5 (cimento e solo). O tetra pak triturado foi adicionado com 500 ml no volume de 2 kg de cimento e 10 kg de solo.

2.1 Caracterização física do solo

Foi realizado a coleta de amostras de solos potenciais em 3 fontes diferentes, analisando-as em laboratório e foi definido a melhor opção a ser colhida em quantidades suficientes para os passos seguintes, uma camada com cerca de 50 cm foi retirada antes da coleta devido à presença de matéria orgânica, conforme as orientações de SILVA (2005), a mesma cita que os solos existentes podem ou não apresentar material orgânico conforme a sua origem e formação; porém, para a aplicação na mistura solo-cimento deve-se dar preferência àqueles em cuja composição tal matéria seja ausente, além disso SUPERTOR (1989) apud SILVA (2005) diz que, independente do tipo, o solo deve ser isento de matéria orgânica tal como glicose, lignina e ácido úmico, pois interferem na reação de pega do cimento inibindo-a. Na jazida, a retirada de matéria orgânica foi realizada conforme mostrada na Figura 1.



Figura 1: retirada de matéria orgânica. Fonte: elaborada pelos autores.

Foram extraídos cerca de 1500 kg do material, aproximadamente 200 kg foi levada ao laboratório e deixado secar a sombra sendo o mesmo revirado diariamente durante um período de 7 dias em busca da obtenção de um material com umidade uniforme evitando posteriores desvios; em seguida, a análise granulométrica foi realizada seguindo as orientações da NBR 7181 (ABNT, 2016).

2.2 Procedimentos aplicados às composições

Com o intuito de adicionar a quantidade mínima de cimento e maximizar a utilização do tetra pak triturado, adotaram-se para estudo de dosagens a quantidade fixa de solo com

90% da composição, sendo que a variação ocorreu somente nos valores referentes à adição. No que se refere à quantidade de cimento e tetra pak utilizados. Assim as dosagens estudadas estão demonstradas no Quadro 1.

Para cada mistura de solo, cimento e tetra pak triturado foram executados ensaios de compactação de Proctor Normal. As energias de compactação especificadas pela norma brasileira NBR 7182 (ABNT, 2016) são: normal, intermediária e modificada. A energia de compactação utilizada nos ensaios foi a Proctor Normal, sendo utilizado, o soquete e o cilindro pequenos. O solo foi compactado segundo a NBR 12023 (ABNT, 2012) em 3 camadas iguais, sendo aplicados 26 golpes por camada, número de golpes necessário para atingir o valor da energia Proctor Normal de 583 kJ/m³, sendo determinada a umidade ótima (w_{ot}) e massa específica seca máxima (ρ_{dmax}) de cada mistura.

Quadro 1 – Dosagens estudadas.

90% Solo	Composição dos 10% da adição	Tetra Pak referente a mistura
Dosagem 1	100% cimento	2%
Dosagem 2	90% cimento + 10% de tetra pak	2%
Dosagem 3	90% cimento + 10% tetra pak	4%
Dosagem 4	80% cimento + 20% terra pak	6%

Fonte: elaborada pelos autores.

Em todos os ensaios realizados, as misturas foram executadas em argamassadeira, sendo primeiramente misturados cimento, solo e tetra pak triturado, após atingir homogeneidade adequada foi adicionado água. Para tomar medidas de referência quanto a quantidade de água a ser adicionado, foi realizado um ensaio prévio de compactação de Proctor Normal com solo sem a mistura, cujo resultado encontra-se na Figura 2.

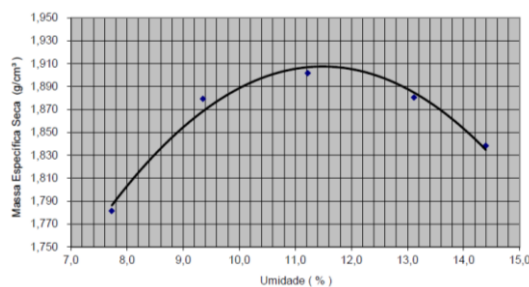


Figura 2: Curva de compactação do solo selecionado. Fonte: elaborada pelos autores.

3. Resultados e discussões

A análise tátil e visual inicial foi comparada e confirmada por meio de ensaios de laboratório, cujos resultados foram comparados por curvas granulométricas de referências, obtidas na bibliografia. O solo coletado foi aquele isento de matéria orgânica, seco a

sombra, destorroado e analisado de acordo com as normas da ABNT: índices físicos, granulometria cujo resultado encontra-se no Figura 3, limites de consistência que não apresentaram resultados e, compactação.

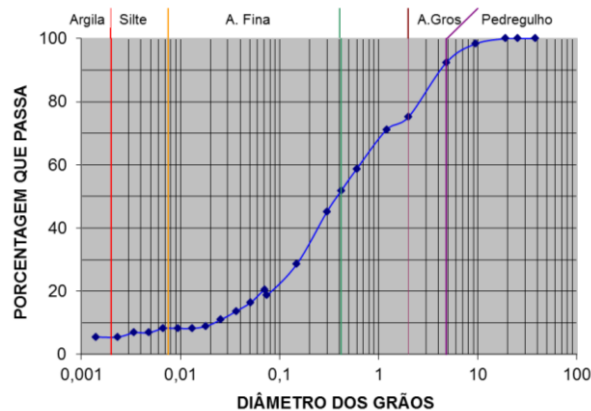


Figura 3 – Curva Granulométrica do Solo. Fonte: elaborada pelos autores.

O tetra pak triturado inicialmente foi adicionada com quantidades de 1000 ml e 750 ml, estas porcentagens não ofereceram resultados satisfatórios quanto à resistência e estética final do produto proposto.

No decorrer do processo de moldagem dos corpos de prova foi constatado que as misturas apresentaram perda considerável de plasticidade durante a moldagem, perceptível pouco tempo após a homogeneização de todos os materiais da mistura. Logo a confecção dos corpos de prova não obtiveram uma similaridade, a dosagem 4 apresentou maior dificuldade de moldagem dos corpos de prova, visto que a mesma possui maior quantidade de tetra pak triturado, o que induz a justificar que o tempo de plasticidade ideal está diretamente ligado a quantidade de adição de tetra pak triturada introduzida à mistura, essa particularidade deve-se a característica natural do tetra pak de possuir alta absorção de água.

Com a quantidade de 500 ml, foi possível moldar corpos de prova esteticamente agradável. Os corpos de provas foram rompidos com sete, quatorze e vinte um dias e obtidos os resultados de acordo com a Quadro 2.

Quadro 2 – Resistência a Compressão em Diversas Idades

7 dias	14 dias	21 dias
3,5 MPa	6,2 MPa	8,2 MPa

Fonte: elaborada pelos autores.

Verificou-se que independente de idade os melhores resultados em desempenho mecânico foram alcançados na dosagem 4. O maior valor resistência encontrado foi de 8,2 MPa aos 21 dias.

Como já era de se esperar, durante o período de cura houve ganho significativo da resistência em todas as dosagens, e em particular, na dosagem 1. Um parâmetro

evidenciado foi o aumento da massa específica aparente seca máxima na dosagem 4, é justificável essa particularidade pois a dosagem 4 foi composta por 6% de tetra pak triturado um material denso o qual ocupa o espaços vazios, além disso promoveu maior lubrificação dos grãos influenciando diretamente a compactação.



Figura 4: Corpo de Prova Rompido. Fonte: elaborada pelos autores.

Em relação a mistura realizada em laboratório com todos os materiais envolvidos, os níveis de água utilizado foi determinado a partir da homogeneidade da mistura, acrescentando-se de acordo com que era observado no processo, buscando chegar ao estado de boa trabalhabilidade.

Através dos estudos realizados, chegamos a conclusão que para garantir resistência satisfatória da argamassa foi necessário dobrar a quantidade de cimento utilizada no processo produtivo, o que de maneira geral inviabiliza as vantagens econômicas do produto final.

De acordo com os valores obtidos através do rompimento dos corpos de provas, verifica-se que se pode avaliar a aplicabilidade em produtos que não exigem grande resistências, obviamente avaliando novas dosagens que viabilizem baixo consumo de cimento e por que esteticamente obtemos um produto bem estruturado e com designer singular, podendo assim ser usado com eficácia amplamente no ramo da construção civil.

4. Conclusão

O uso de materiais ecologicamente corretos no processo da construção civil, acarreta a redução de custos em várias etapas do processo construtivo devido à otimização do uso da matéria prima, à agilidade que confere no processo de projeto ou compra dos componentes, ao aumento da produtividade e à diminuição dos desperdícios e das perdas. Os materiais pré-fabricados reduzem o impacto ambiental e econômico, uma vez que os materiais são fabricados com controle de qualidade, maior durabilidade, menor desperdício durante a produção, menor variabilidade de características como resistência, dimensões; entre outros. A utilização de materiais reciclados no processo construtivo reduz a demanda por aqueles insumos não renováveis e também a pressão ambiental nas áreas destinadas ao descarte

sendo a alternativa para o uso de materiais convencionais, os quais geram um impacto maior no ambiente devido a todo o seu processo de fabricação.

Conforme o aumento dos teores de tetra pak, houve decréscimo relativo quanto a resistência, porém de acordo com KHEDARI et al (2005) um aspecto benéfico da presença de fibras em materiais baseadas em terra crua, desde que o seu comportamento mecânico não seja comprometido, é a obtenção de um produto de menos condutividade térmica, promovendo, assim, a redução da transferência de calor e menos consumo energético para o controle da temperatura interna das edificações.

Tomando como referência o valor de 1,5 MPa (NBR 8491) para blocos solo-cimento utilizados em alvenaria de vedação, uma comparação pode ser realizada com o material do referido trabalho, sendo que todos as dosagens atingiram valores superiores após 21 dias de idade. Entretanto a dosagem 4 atingiu valores apropriados para confecção de componentes construtivos.

Compete salientar que, para fins de recomendação prática, outros testes mecânicos deverão ser realizados, como compressão diametral e capacidade de absorção, como também estudo de outras variações de dosagens.

Infelizmente, estes materiais ecológicos, como são conhecidos, enfrentam dificuldades em ser amplamente aceito no mercado na maioria das vezes pelo seu custo, porém a falta de informação, quanto a sua durabilidade em relação aos materiais usados comumente ainda é muito grande. O que em longo prazo traz benefícios mútuos, comparadas às técnicas tradicionais de construção.

5. Agradecimentos

Agradecemos em especial ao Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia da Paraíba, a todos os colaboradores e em geral a todos que contribuíram direta e indiretamente para realização desta pesquisa.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459:2016. Solo – Determinação do limite de liquidez.

_____. NBR 7182:2016. Solo – Ensaio de compactação.

_____. NBR 8491:2012. Tijolo de solo-cimento - Requisitos

_____. NBR 10836:2013. Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água.

_____. NBR 12023:2012. Solo-cimento – Ensaio de compactação.

_____. NBR 12024:2012. Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos.

_____. NBR 12025:2012. Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos.

_____. NBR 12253:2012. Solo-cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento.

_____. NBR 7180:2016. Solo – Determinação do limite de plasticidade.

_____. NBR 7181:2016. Solo – Análise granulométrica.

BUENO, Benedito de Souza & VILAR, Orêncio Monje. *Mecânica dos solos*. nolume I. São Carlos: EESC-USP, 1998.

MOTA, J.D; OLIVEIRA, D.F; TRAJANO, M.F; SANTIAGO, N.O e SILVA, A.P.A. *Aproveitamento dos resíduos de granito e caulim como materiais aditivos na produção de tijolos ecológicos*. Campus Universitário, Bodocongó. Campina Grande, Paraíba (2011).

SILVA, S. R. *Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas), Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte-MG, 219p. 2005.

SOUZA, M. I. B. *Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Ilha Solteira, 2008.