



A INFLUÊNCIA DA “MINERALIZAÇÃO DA POLPA DE CELULOSE” NO PREPARO DO KRAFTTERRA PARA A PRODUÇÃO DE BTCs

Bianca Ilha Pereira¹; Márcio Albuquerque Buson²; Rosa Maria Sposto³

(1) Universidade de Brasília – FAU/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC Norte Bloco A - FAU, 70910-900, Brasília – DF, Brasil; +55 61 3307-2817; biancailha@aluno.unb.br

(2) Universidade de Brasília – TEC/FAU/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC Norte Bloco A - FAU, 70910-900, Brasília – DF, Brasil; +55 61 3307-2450; mbuson@unb.br

(3) Universidade de Brasília – ENC/FT/UnB; Campus Universitário Darcy Ribeiro, ENC/FT, 70910-900, Brasília – DF, Brasil; +55 61 3307-2301; rmsposto@unb.br

Palavras-chave: kraftterra; absorção de água; reciclagem.

RESUMO

Na Arquitetura de Terra o uso de fibras tem grande influência nas características e propriedades físico-mecânicas dos componentes e elementos construtivos sem cozimento, prensados ou não. Entretanto, a introdução de fibras também gera um aumento da absorção de água, o que não é recomendável.

O uso das fibras longas do papel Kraft provenientes da reciclagem dos sacos de cimento está sendo estudado e analisado em trabalho de doutorado na Universidade de Brasília com o intuito de oferecer mais uma opção de “estabilizante” para a arquitetura de terra, mais especificamente para os blocos de terra compactada – BTC.

Para tentar evitar ou minimizar a tendência do aumento da absorção de água pelo novo compósito foi proposto o estudo e avaliação da introdução da *mineralização* da polpa de celulose para produção do *kraftterra*.

Procedeu-se a determinação das umidades ótimas de compactação e os ensaios de absorção de água em amostras de solo natural, kraftterra e kraftterra mineralizado, bem como ensaios de retração.

Concluiu-se que a introdução da técnica de mineralização no processo de preparo e mistura do kraftterra aumentou os percentuais de absorção de água. Entretanto, a mineralização produziu uma expansão do volume da polpa de celulose com significativa dispersão das fibras melhorando as condições de preparo do novo compósito e a conseqüente produção de misturas mais homogêneas. A mineralização não influenciou quanto à retração.

1. INTRODUÇÃO

Na Arquitetura de Terra o uso de fibras tem grande influência nas características e propriedades físico-mecânicas dos componentes e elementos construtivos sem cozimento, prensados ou não, reduzindo as fissuras por contração, diminuindo a retração, aumentando a coesão e melhorando a resistência à tração e, em alguns casos, também à compressão. Entretanto, a introdução de fibras também tem gerado um aumento do percentual de absorção de água pelos componentes e elementos construtivos, o que não é recomendável que aconteça.

A incorporação das fibras longas de alta resistência física do papel Kraft está sendo estudada e analisada em trabalho de doutorado da FAU/UnB com o intuito de oferecer mais uma opção de “estabilizante” para a arquitetura de terra, mais especificamente para os blocos ou tijolos de terra compactada – BTC.

O objeto desse estudo se concentra no emprego de material proveniente da reciclagem de resíduos sólidos da Indústria da Construção Civil, mais especificamente o papel *Kraft* multifoliado dos sacos de cimento, e sua incorporação à matéria-prima solo para a criação de um novo compósito, o *kraftterra*.

A fibra dessas embalagens, o papel *kraft* multifoliado, tem excelentes propriedades físicas e mecânicas. Após a utilização do cimento, o saco, constituído por material com tão boas características, acaba não sendo aceito pelas empresas de reciclagem de papel por se encontrar “contaminado” pelo cimento. Há, porém, potencial de seu aproveitamento para a produção de novos componentes construtivos visando a melhoria das propriedades técnicas, econômicas e de sustentabilidade, quando comparado com alguns componentes tradicionalmente utilizados na construção de habitações.

Trabalha-se com a hipótese de que é possível o desenvolvimento de componentes econômico-sustentáveis de terra crua com a incorporação de papel *kraft* reciclado de sacos de cimento para a produção de blocos e/ou tijolos para a vedação vertical, estrutural ou não, de habitações de interesse social.

Com os ensaios laboratoriais iniciais foi possível perceber que a incorporação da polpa de celulose ao solo resulta em componentes construtivos que absorvem um percentual maior de água. Para tentar evitar ou minimizar esse fato foi proposto estudo e avaliação da introdução do *processo de mineralização* na preparação da polpa de celulose para a produção do *Kraftterra*.

A mineralização vem sendo utilizada para melhorar o desempenho de peças de bambu para a produção de placas cimentícias, o qual é descrito por Alves (2002 e 2006). Segundo esse autor, com a mineralização ocorre uma melhor interação entre as fibras do bambu com a argamassa cimentícia e uma menor absorção de água pelas fibras do bambu.

O Brasil possui alguns fabricantes de papel *kraft*, como a Empresa Itapajé (Maranhão) e a Empresa Portela (Pernambuco), que utilizam as fibras do bambu, da espécie *Bambusa vulgaris*, que produz fibra longa de alta resistência física, capaz de garantir excelente entrelaçamento, para produzir um dos melhores sacos multifoliados do mundo.

Alves (apud. Teixeira, 2006) comenta que “a mineralização consiste na preparação de uma solução de silicato de sódio, que ao ser aplicada em fibras vegetais, ajudam a eliminar o efeito da absorção de água destes materiais”. Para a mineralização, as fibras do bambu devem ser ficar embebidas numa calda rala de cimento e água na relação de 1:5 durante 24 horas.

Teixeira (2006) adotou o procedimento da mineralização com o objetivo de imunizar os colmos de bambu, de solidificar os feixes vasculares e células parenquimáticas dos colmos com micro partículas de cimento, diminuindo a absorção de água, e de melhorar a aderência da argamassa de revestimento ao bambu.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar a eficácia da inclusão da *mineralização da polpa de celulose do papel Kraft* no processo de produção do *Kraftterra* quanto ao desempenho e características dos componentes e elementos construtivos produzidos com esse novo compósito quanto à absorção de água e à retração.

3. METODOLOGIA

Através de ensaios de compactação foram definidas as umidades ótimas de compactação para as seguintes amostras: a) solo argiloso natural (43% de argila, 15% de silte e 42% de areia); b) *kraftterra* (solo com 6% em massa de polpa de celulose); e c) *kraftterra* mineralizado (solo com 6% em massa de polpa de celulose mineralizada).

Seguiram-se os procedimentos descritos na NBR 12024 (Solo-cimento – moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos) para a moldagem e compactação dos corpos-de-prova, mas com alguns ajustes para melhor adequação ao estudo proposto.

A norma recomenda a colocação dos corpos-de-prova numa câmara úmida com umidade relativa do ar não inferior a 95%, semelhante às câmaras úmidas utilizadas para a cura de

concreto. Contudo, ao proceder dessa maneira com corpos-de-prova produzidos com uma mistura com um solo bastante argiloso e com baixo teor de cimento os cilindros apresentaram grande fragilidade e baixíssima resistência já ao serem transportados, o que não refletia a situação mínima esperada para as amostras.

Optou-se por manter os corpos-de-prova durante o período de cura em uma câmara úmida com umidade relativa do ar controlada bem abaixo do recomendado na norma. Foi utilizada a câmara úmida do Laboratório de Geotecnia da UnB onde são guardadas as amostras de solo. Essa câmara mantém uma umidade relativa do ar constante em torno dos 75% e temperatura por volta dos 25°C.

Para os estudos comparativos de absorção de água foi utilizada a NBR 13555 (Solo-cimento, determinação da absorção de água). Tratando-se do estudo de um novo compósito que utiliza solos argilosos e polpa de celulose como matérias-primas, optou-se pela adaptação dos procedimentos do ensaio alterando o local para o período de cura dos corpos-de-prova cilíndricos. Foi utilizado no lugar de uma câmara úmida um ambiente idêntico para todas as amostras, com temperatura, ventilação e sombreamento controlados. Essa modificação foi necessária tendo em vista que os corpos-de-prova não adquiriram a consistência, porosidade, resistência e demais características esperadas quando a cura ocorria na câmara úmida com umidade relativa do ar acima dos 95%. Alguns CPs tiveram que ser descartados, pois apresentaram fissuras e perda de material durante seu deslocamento e transporte.

Para a mineralização das fibras longas do papel Kraft reciclado foi utilizado o procedimento descrito por Alves (2002) em experiências com fibras do bambu. A polpa de celulose ficou imersa por 24 horas em calda de cimento e água na proporção de 1:5.

Após o período de mineralização realizaram-se o processo de mistura do kraftterra, a compactação dos corpos-de-prova cilíndricos e os ensaios para determinação da absorção de água e retração.

Utiliza-se o ensaio da caixa descrito pelo CEPED (1999) e por outros autores como procedimento para análise das características das amostras quanto à retração. Esse ensaio adaptado ao novo compósito tem o seguinte procedimento: 1) Toma-se aproximadamente 2 quilos de solo destorroado e peneirado (peneira 4,8mm) e utilizando-se, por exemplo, uma argamassadeira com cuba de 5 litros mistura-se a polpa de celulose; 2) Adiciona-se água aos poucos, até que a mistura adquira a consistência de argamassa de reboco; 3) Coloca-se o material numa caixa de madeira (ver dimensões na figura 1) previamente lubrificada (óleo diesel ou vaselina pastosa), distribuindo-o uniformemente com uma colher de pedreiro até preencher todo o volume interno da caixa, rasando a superfície com uma régua de madeira; 4) Levanta-se e deixa cair uma das extremidades da caixa de uma altura aproximada de 7 centímetros por 10 vezes, repetindo a operação com a outra extremidade; 5) Guarda-se a caixa ao abrigo do sol, da chuva e do vento durante 7 dias; 6) Faz-se a medida da retração nos dois lados no sentido do comprimento da caixa. Caso a retração total não ultrapasse 2 centímetros e não apareçam trincas na amostra, o solo ou mistura poderá ser utilizado para a produção de componentes e elementos construtivos.

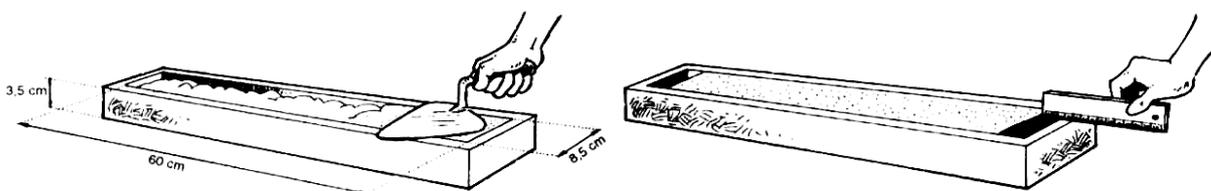


Figura 1 – “Ensaio da Caixa” (fonte: Boletim Técnico da ABCP, BT-110, 1998)

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Percentuais de água na mistura

O primeiro dado interessante do estudo foi observado no comportamento das diferentes amostras quando da definição do percentual de água na mistura para se chegar à “umidade ótima” de compactação. Os ensaios de compactação das amostras de solo argiloso natural apresentaram valores para a umidade ótima de compactação próximos dos 26%. Ao adicionar a esse solo 6% de polpa de celulose (em massa) a umidade ótima subiu para a casa dos 30%. Entretanto, com 6% de polpa de celulose mineralizada (em massa) esse valor chegou próximo dos 34%.

Constatou-se que esse aumento na quantidade de água proporcionava maior facilidade no preparo e mistura do novo compósito. Com mais água mais fácil a incorporação entre fibras e solo e mais homogênea a mistura.

4.2 Absorção de água

Os resultados dos ensaios de absorção de água demonstraram que o novo compósito absorve mais água que o solo natural e que a introdução da técnica de mineralização da polpa de celulose acaba contribuindo para um aumento ainda maior dos percentuais de absorção de água. A média dos valores de absorção de água das amostras com o solo natural foi igual a 26,54%. Subiu para 37,11% nas amostras de kraftterra e chegou aos 42,88% com o kraftterra mineralizado.

Esses resultados demonstraram que a técnica de mineralização da polpa de celulose não contribui para a diminuição da absorção de água pelo compósito kraftterra.

4.3 Retração

A introdução do processo de mineralização da polpa de celulose no processo de preparo e mistura do kraftterra não afetou em nada nas características do compósito quanto à retração. Os resultados dos ensaios foram idênticos para o kraftterra e para o kraftterra mineralizado. Nos dois tipos de amostras os valores de retração foram de apenas 9 milímetros, bem abaixo do valor aceitável máximo que é de 20 mm.

Por sua vez, os ensaios com todas as amostras de solo natural apresentaram rachaduras, o que indica que o solo natural em questão não poderia ser utilizado para a produção de BTCs. Entretanto esse mesmo solo estabilizado com as fibras da polpa de celulose, mineralizadas ou não, demonstraram excelente desempenho quanto à retração.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com esse estudo foi possível concluir que a técnica de mineralização não deve ser utilizada no processo de preparo e mistura de compósitos formados de solo e celulose para a redução dos índices de absorção de água. Entretanto, o uso da mineralização produziu uma expansão do volume da polpa de celulose com significativa dispersão das fibras, o que facilitou e agilizou o preparo do compósito com conseqüente produção de misturas mais homogêneas e corpos-de-prova aparentemente mais resistentes. Ao final dos ensaios os corpos-de-prova com kraftterra mineralizado foram os que pareciam ao olhar ter as melhores condições e aparentavam ser mais resistentes e duráveis. Os outros CPs depois do período de imersão em água se mostraram bem menos resistentes ao toque.

Os resultados dos ensaios de retração mostraram que o novo compósito possibilita a utilização de solos inicialmente inadequados à produção de blocos ou tijolos de terra crua. A incorporação das fibras proporciona um aumento da coesão e uma sensível diminuição da retração.

Recomenda-se o estudo da técnica de mineralização da polpa de celulose na produção do kraftterra para verificação comparativa do grau de compactação, coesão e resistência à compressão. Também é recomendável o estudo da influência da mineralização da polpa de

celulose no desempenho de BTCs produzidos com o kraftterra a partir de solos com variados percentuais de argila e areia.

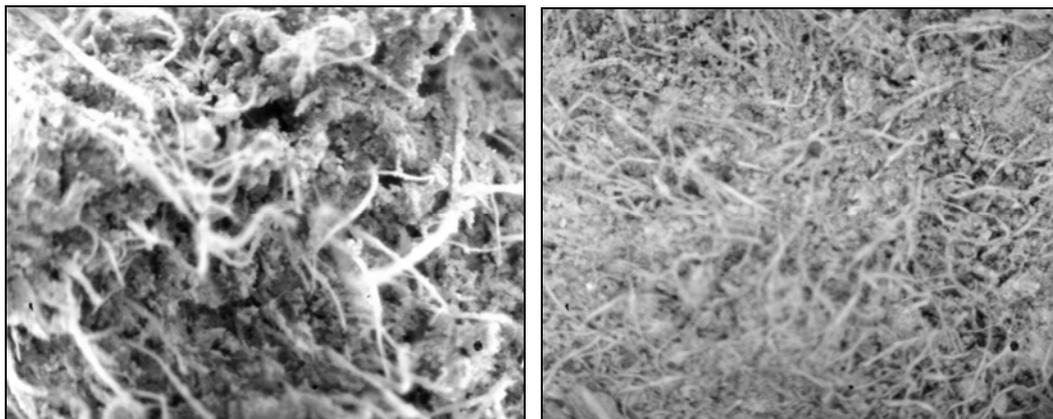


Figura 2 – Misturas homogêneas de solo e polpa de celulose ampliadas 100x (esq.) e 50x (dir.), onde é possível perceber a boa incorporação entre as fibras longas dos sacos de cimento reciclados (polpa de celulose do papel kraft) e das partículas de solo.

BIBLIOGRAFIA

- ALVES, José Dafico (2002). Manual de tecnologia do concreto. UCG, Goiânia. 4ª ed. v. 1. 220 p.
- ALVES, José Dafico (2006). O bambu e seu potencial para aplicações na construção civil. Anais do Seminário Nacional do Bambu. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília. 194p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (1998). Construção de paredes monolíticas com solo-cimento compactado. 3ª ed. São Paulo. 16p. (BT-110).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1992). NBR 12024 – Solo-cimento. Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro.
- CEPED – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, Programa THABA (1999). Manual de Construção com solo-cimento. Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP. Convênio CEPED/BNH/URBIS/CONDER/PMC/OEA/CEBRACE, 4ª ed. São Paulo. 113p. (MT-5).
- TEIXEIRA, Anelizabeth A. (2006). Painéis de Bambu para Habitações Econômicas. Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília. 179p.

AUTORES

Bianca Ilha Pereira, graduanda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Integrante do PIBIC/FAU/UnB - Programa de Iniciação Científica.

Márcio Albuquerque Buson, arquiteto e professor do Departamento de Tecnologia da FAU/UnB. Mestre pela FAU/UnB em Tecnologia da Arquitetura. Doutorando em Tecnologia da Construção na FAU/UnB com tema sobre arquitetura de terra.

Rosa Maria Sposto, engenheira civil e professora da ENC/UnB. Doutora pela USP. Desenvolve pesquisas com habitação de interesse social, gestão e reciclagem de resíduos da construção civil e qualidade e sustentabilidade de materiais e processos.