

COMPÓSITO TABOA-CIMENTO

GISLEIVA C. S. FERREIRA¹, ANTONIO L. BERALDO²

Escrito para apresentação no
XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2003
Goiânia - GO, 28 de julho a 01 de agosto de 2003

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de argamassas com substituição total do agregado miúdo por fibras de taboa (*Typha sp*) através de ensaios não-destrutivos (ultra-som) e destrutivos (compressão axial). Foram confeccionados três corpos-de-prova cilíndricos (5 cm x 10 cm) para cada tratamento testado: lavagem em água quente, imersão em solução a 5% de cal; adição de 3% de sulfato de alumínio, adição de 3% de silicato de sódio e mineralização (silicato de sódio a 5% e sulfato de alumínio a 20%). A porcentagem de fibras de taboa em relação à massa de cimento foi de 10% e a relação a/c de 0,45. Durante 28 dias os corpos-de-prova permaneceram no interior da câmara úmida (Feagri-Unicamp) e foram submetidos a medições de velocidade ultra-sônica com o auxílio do equipamento Ultrasonic Tester BP-7 (Steinkamp). A velocidade de propagação da onda ultra-sônica tendeu a estabilizar-se em torno de 14 dias. Nesta idade, observou-se que o melhor tratamento testado foi a mineralização, seguida pelo sulfato de alumínio, ambos combinados com o cimento Portland V-ARI.

PALAVRAS-CHAVE: argamassa, taboa, ultra-som

COMPOSITE CEMENT-TYPHA SPP

ABSTRACT: In this work it was evaluated the behavior of cement paste modified by vegetable fibers (*Typha sp*) additions by means of non destructive evaluation and compression test. Three cylindrical samples (5 cm x 10 cm) was produced for each treatment: boiling in hot water, lime solution (5%), aluminum sulfate and sodium silicate additions (3%) and mineralization (sodium silicate – 5% and aluminum sulfate – 20%). It was employed 10% fibers content related to cement mass; water/cement ratio was 0.45. Samples cure was conduced in wet condition. Ultrasonic speed wave across the samples was measured with Ultrasonic Tester BP-7 (Steinkamp) apparatus. Ultrasonic speed wave seems to be constant after 14 days and it was detected the inhibitory effect of this vegetable raw-material. Mineralization was the better treatment followed by aluminum sulfate.

KEYWORDS: mortar, typha, ultrasonic

INTRODUÇÃO: As várzeas naturais são ocupadas por diferentes tipos de plantas adaptadas para o crescimento na água e em solos saturados. Existem vários termos para essas plantas devido à ambigüidade nas definições e à complexidade de sua classificação, sendo os termos mais usuais: hidrófitas, macrófitas aquáticas, hidrófitas vasculares, plantas aquáticas e plantas aquáticas vasculares (GUNTENSPERGEN et al., 1988). De modo geral, o termo macrófitas é o utilizado para os sistemas de leitos cultivados por diversos pesquisadores no mundo todo (VALENTIM, 1999). A *Typha sp.* pertence à ordem *Pandanales* (monocotiledônea), família *Typhaceae*, apresentando folhas lineares, com bainha bem desenvolvida e não tendo caule lenhoso. A *Typhaceae* compreende plantas herbáceas perenes crescendo em brejos e alagadiços; caule com uma porção rizomatosa rastejante e outra ereta que transporta as folhas, sendo estas sésseis (fixadas diretamente à parte principal-rizoma), lineares, e quase todas se inserindo próximas da base e possuindo nervação paralela. As flores são de sexos separados e reunidas em densas inflorescências cilíndricas muito características, sendo as masculinas acima e as femininas abaixo. Possui fruto minúsculo e seco, sementes com endosperma farináceo e altura variando de 2 a 3 metros, sendo encontrado em ambos os hemisférios nas regiões temperadas e tropicais (JOLY, 1979; LORENZI, 1982). É bastante agressiva chegando a produzir 7 mil kg de

¹ Técnica do Lab. Materiais e Estruturas - Feagri - Unicamp, Doutoranda em Edificações, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1, 13083.970, Campinas, SP, e-mail: gisleiva@agr.unicamp.br

² Prof. Dr. Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, SP, e-mail: beraldo@agr.unicamp.br

rizomas por hectare, possuindo um teor de proteínas igual ao do milho e de carboidratos igual ao da batata, além de propriedades medicinais (adstringente, diurético e emoliente). As folhas e as hastes servem para o fabrico de pasta de papel, devido à grande porcentagem de celulose. Das folhas pode-se fazer esteiras, chapéus, cestas e sandálias. De seu fruto aproveita-se a paina de seda para encher travesseiros, almofadas e acolchoados e a própria flor como ornamento (PECKOLT, 1942). A distribuição e a presença desses tipos de macrófitas são determinadas por: concentração dos nutrientes na água, tipo de sedimento onde estão fixadas, profundidade da lâmina d'água, presença ou não de correnteza, turbidez, ataque de herbívoros e atividades humanas (APHA, 1995; WOOD e MCATAMNEY, 1996). Esta espécie foi escolhida, no presente trabalho, por ser abundante em todo Brasil, adaptável ao clima tropical, pela facilidade de obtenção de suas mudas e pelo seu bom desempenho em outras pesquisas na Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Segundo LORENZI (1982) a macrófita do gênero *Typha sp.* é popularmente conhecida como taboa, tabua, partasana (AM), paineira-de-flecha (SP), paineira-do-brejo (SP), espadana (MG), landim (MG), capim-de-esteira, pau-de-lagoa, tabebuia, erva-de-esteira, paina-de-flecha (Figura 1).

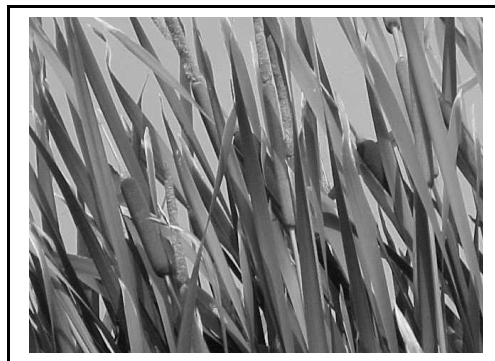


Figura 1 – Macrófita do gênero *Typha sp.* (taboa)

Modificações nas características de diversos materiais à base de cimento são passíveis de serem obtidas por meio de ensaios não destrutivos. Dentre eles destaca-se o uso da velocidade de propagação da onda ultra-sônica, a partir da qual pode-se efetuar o acompanhamento temporal do estágio de endurecimento do material (BERALDO, 1999). A análise da evolução da velocidade de propagação ao longo do tempo permite detectar efeitos deletérios causados pela presença de matéria-prima incompatível com o cimento, ou de adições que modifiquem acentuadamente a pega e o endurecimento do aglomerante. Na maioria dos casos, a velocidade de propagação apresenta boa correlação com a resistência mecânica do material. A magnitude da velocidade de propagação para materiais à base de cimento depende de uma série de fatores, a saber: tipo de cimento, razão entre os constituintes, idade do material, forma de compactação, umidade, geometria do corpo-de-prova, além de características relacionadas ao equipamento de medição e à sua interface com a material a ser medido. O aparelho de ultra-som detecta descontinuidades internas em materiais, baseando-se no fenômeno de reflexão de ondas acústicas quando encontram obstáculos à sua propagação, dentro do material. Um pulso ultra-sônico é gerado e transmitido através de um transdutor especial, encostado ou acoplado ao material. Os ultra-sons são ondas acústicas com frequências acima do limite audível. Normalmente, as frequências ultra-sônicas situam-se na faixa de 0,5 a 25 MHz. Geralmente, as dimensões reais de um defeito interno podem ser estimadas com uma razoável precisão, fornecendo meios para que a peça ou componente em questão possa ser aceito, ou rejeitado, baseando-se em critérios de aceitação da certa norma aplicável. Segundo BERALDO (1997) há várias formas de avaliar a compatibilidade química entre a biomassa vegetal e o cimento Portland. Dentre elas pode-se citar: o teste da curva de hidratação e o comportamento do compósito quando submetido a ensaios destrutivos ou não destrutivos. Constituiu o objetivo deste trabalho avaliar o efeito de diversos tratamentos aplicados à fibra da taboa, visando a obtenção de compósitos à base de cimento Portland, passíveis de utilização no meio rural.

MATERIAL E MÉTODOS: A fibra de taboa foi proveniente de pós-tratamento de efluentes anaeróbicos realizados na FEAGRI - UNICAMP. O material original foi fornecido seco e picado. Foram produzidas compósitos com a fibras de taboa e cimentos Portland CII-E32 (NBR 11578) e

CPV-ARI (NBR 5733). A distribuição em tamanho das partículas vegetais foi determinada de acordo com a norma NBR 7217, obtendo-se para este material o módulo de finura igual a 5,60 e dimensão máxima característica de 4,8 mm (adaptado da NBR 7211); a massa específica aparente do material na condição seca e não compactada foi de 0,10 g/cm³. As fibras de taboa foram inicialmente empregadas na condição natural e, por apresentarem efeito inibitório à pega do cimento, foram submetidas a diferentes tratamentos: lavagem em água quente (2 h a 80 °C); imersão em solução a 5% de cal; adição de 3% de sulfato de alumínio (em relação a massa de cimento); adição de 3% de silicato de sódio (em relação a massa de cimento) e mineralização das fibras (imersão em solução a 5% de silicato de sódio e a 20% de sulfato de alumínio). Os corpos-de-prova foram moldados com 10% de fibras em relação à massa de cimento; devido à baixa densidade do material vegetal adotou-se relação água/cimento de 0,45. Também foram confeccionados corpos-de-prova sem adição de fibra (testemunho), com relação água/cimento de 0,45. Efetuou-se o acompanhamento da etapa de endurecimento da mistura por meio da medição do tempo de propagação (em μ s) da onda ultra-sônica através dos corpos-de-prova. Os corpos-de-prova foram submetidos a medições do tempo de propagação da onda durante 28 dias. Para isso, foi utilizado o aparelho Ultrasonic Tester, modelo BP7 da STEINKAMP, com transdutores de seção exponencial de 45 kHz de frequência de ressonância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Figuras 2 e 3 apresentam-se as curvas das velocidades de propagação da onda ultra-sônica para compósitos à base de CP-II-E-32 e CP V-ARI, respectivamente. Observa-se o efeito inibitório das fibras de taboa sobre os aglomerantes, denotado pela redução acentuada na magnitude da velocidade de propagação da onda ultra-sônica. Esta, por sua vez, tendeu a se estabilizar em torno dos 14 dias para todos os tratamentos.

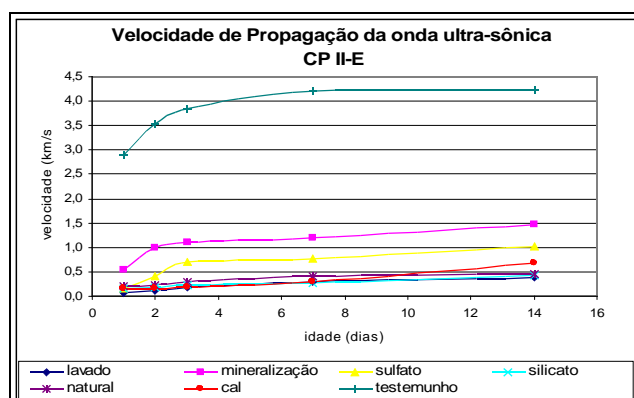


Figura 2 – Velocidade de propagação da onda ultra-sônica-CP II-E

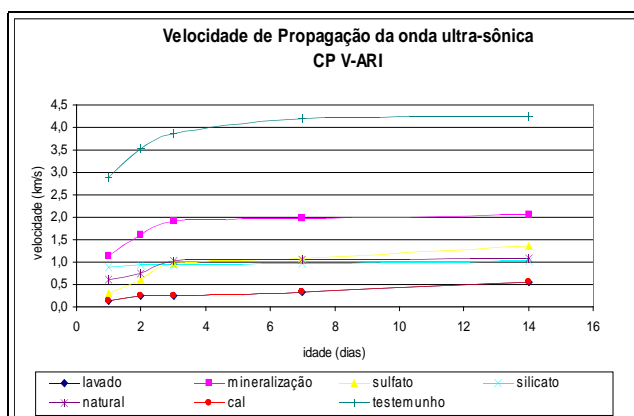


Figura 3 – Velocidade de propagação da onda ultra-sônica-CPV-ARI

Na Figura 4 apresenta-se o resultado do ensaio de compressão simples para corpos-de-prova originários dos diferentes tratamentos aplicados às fibras da taboa. Confirmando o resultado precedente do ensaio por ultra-som, pode-se verificar o efeito nocivo das fibras sobre os aglomerantes.

Verifica-se que o o cimento CP V-ARI mostrou-se menos sensível ao efeito dos constituintes químicos da taboa, do que o CP II-E-32. A mineralização, seguida pela adição de 3% de sulfato de alumínio, foram os tratamentos que apresentaram maior tendência em neutralizar o efeito inibitório da taboa.

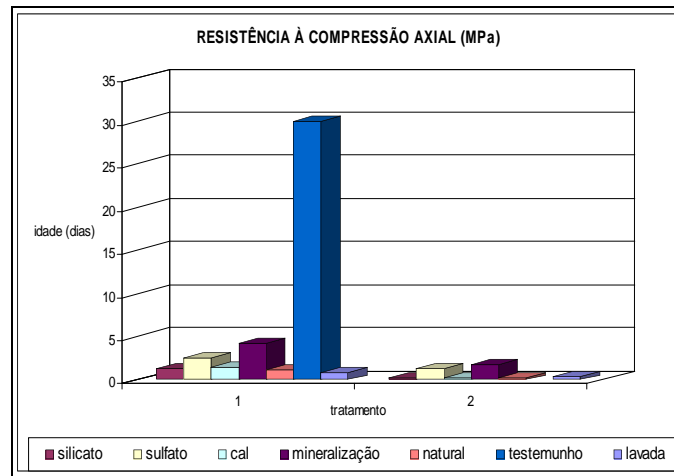


Figura 4 – Resistência à compressão axial dos tratamentos

CONCLUSÕES: Com os dados obtidos pôde-se concluir que a fibra de taboa (*Typha sp*) é altamente inibitória, quando misturada com o cimento Portland, podendo ser melhor aproveitada com utilização de areia como aglomerante. Em relação aos tratamentos utilizados o que apresentou melhores resultados foi o de mineralização das fibras combinada com o cimento Portland ARI, seguido do uso de sulfato de alumínio como acelerador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA; AWWA; WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19ª edição, Washington D. C./USA, American Public Health Association, 1995.
- BERALDO, A. L. “Compósitos Biomassa vegetal–Cimento”. In: Simpósio sobre Materiais Não Convencionais para Construções Rurais, Campina Grande, UFPB, Editores Romildo Dias Toledo Filho, José Wallace Barbosa do Nascimento, Khosrow Ghavami. p. 01-48, 1997.
- BERALDO A. L. Ultrasonic speed wave: cure type influence on wood-cement composite compression strength. In: Proceedings of the NDTISS '99, UFSM, Torres, RS, p. 86-90, 1999.
- GUNTENSPERGEN, G. R.; STEARNS, F.; KADLEC, J. A. Wetland vegetation”. Anais: 1st International Conference on Constructed Wetlands for Wastewater Treatment, Chattanooga – Tennessee/USA, vol. I, n° 5, junho/1988, p. 73-88.
- JOLY, A. B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 5ª edição, São Paulo/SP, Ed. Nacional, 1979. 465p.
- LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. Edição do autor. Nova Odessa/SP, 1982. 425p.
- PECKOLT, W. “A taboa (*Typha*) e suas utilidades”. Chácaras e Quintais, vol. 66, pp. 338-340, 1942.
- VALENTIM, M. A. A. Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado. FEAGRI – Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas/SP, 1999. 119 p. (Dissertação de Mestrado).
- WOOD, R. B.; McATAMNEY, C. F. “Constructed wetlands for wastewater treatment: the use of laterite in the bed medium in phosphorus and heavy metal removal”, Kluwer Academic Publishers, Hidrobiologia, vol. 340, p. 323-331, 1996.