

AVALIAÇÃO DE COMPÓSITOS POLPA CELULÓSICA-CIMENTO MODIFICADO POR POLÍMERO

LIA L. PIMENTEL ⁽¹⁾, HOLMER SAVASTANO JR. ⁽²⁾, ANTONIO L. BERALDO ⁽³⁾

Escrito para apresentação no XXXII Congresso de Engenharia Agrícola
Centro de Convenções e Cultura de Goiânia, 28 de julho a 01 de agosto de 2003 – Goiânia – GO

RESUMO: A utilização de polímeros em concreto e argamassa com o objetivo de melhorar sua durabilidade é cada vez mais freqüente. Este estudo visou a caracterização de propriedades físicas e mecânicas de argamassas modificadas com polímeros e reforçadas com fibras vegetais para posterior análise de sua durabilidade. Foi testado um polímero de base acrílica e quatro polpas celulósicas, obtidas a partir de Pinus, de Eucalipto, de Sisal e da reciclagem de papel jornal. A caracterização das propriedades físicas do compósito foi feita pela determinação da massa específica aparente e pela determinação da absorção total por imersão. As propriedades mecânicas foram determinadas por meio de ensaios de resistência à tração na flexão analisando-se a tensão de escoamento e a energia de ruptura. Os corpos-de-prova, extraídos de placas, que foram executadas por meio de sucção à vácuo da água de excedente e posterior prensagem seguida de cura úmida. A evolução da velocidade de propagação de onda ultra-sônica foi observada ao longo da idade das amostras. Observou-se que o uso de polímero não melhorou o desempenho mecânico do compósito, porém ocorreu uma significativa redução da capacidade de absorção. Pode-se concluir que o uso de polímeros pode vir a melhorar a durabilidade destes compósitos uma vez que reduz sensivelmente suas propriedades de transferência.
PALAVRAS-CHAVE: durabilidade, ultra-som, polímeros.

CELLULOSE-CEMENT COMPOSITES MODIFY BY POLYMER EVALUATION

ABSTRACT: Polymers were used in concrete and mortar productions have the purpose to increase its durability. The objective of this work was characterize the physical and mechanical properties of cellulose-cement composites modify by polymer for subsequent durability evaluation. An acrylic polymer, cellulose pulps of sisal, pinus, eucalipto and wastepaper were evaluates. The physical properties observed were absorption by immersion and bulk density. The mechanical properties, fracture toughness and modulus of rupture, were determinate by flexural test. The samples were obtained from pads (200 mm x 200 mm), its production employed a slurry/vacuum de-watering stage, followed by pressing and wet curing. Ultrasonic wave determination was applied to the composites according to the specimen's age. By the range of composites analyzed, polymer didn't improve the mechanical properties but a significative absorption decrease was observed. The tests results showed that using of polymer could improve the performance and the durability of vegetal fiber-cement composites when compared to the conventional mortar, because the improvement of its transfer properties.

KEYWORDS: durability, polymer, ultrasonic

INTRODUÇÃO: Produtos à base de aglomerantes inorgânicos e madeira começaram a ser produzidos a partir da década de 30, sob forma de painéis leves (BERALDO, 1997). Atualmente, devido à proibição da utilização do amianto em alguns países, estudos para viabilizar o uso de compósitos biomassa vegetal-cimento voltaram a ser desenvolvidos.

¹ (lialp@agr.unicamp.br) Eng. Civil, doutoranda do programa de Pós Graduação em Construções Rurais e Ambiente da FEAGRI-Unicamp

² (holmersj@usp.br) Prof. Dr. da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos / USP

³ (beraldo@agr.unicamp.br) Prof. Dr. da Faculdade de Engenharia Agrícola / Unicamp

Em todo o mundo, esses fibrocimentos alternativos já fazem parte de programas de transferência tecnológica, especialmente no que se refere aos sistemas de cobertura de baixo custo (GRAM et al., 1994 citado por SAVASTANO JR e PIMENTEL, 2000). Em muitos países desenvolvidos, a polpa de celulose derivada de madeira é utilizada para a produção de compósitos fibro-cimento, através da adaptação do processo de produção do cimento amianto (BENTUR 1989, citado por SAVASTANO JR et al 2000).

A adição de látex para melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos cimentícios com fibra tem sido estudada por muitos pesquisadores. Segundo BENTUR (1989), a resistência ao impacto depende linearmente das quantidades de fibra e de polímero. Observou-se que, para uma faixa de 0 a 20 % de adição de polímero em relação à massa de cimento, esta propriedade melhora. Entretanto, um aumento no teor de polímero acima do valor ótimo pode levar à redução nas propriedades do compósito e esta será similar à redução na resistência da matriz isoladamente.

Neste trabalho foram observadas características físicas e mecânicas de compósitos fibra-vegetal cimento modificados por polímeros de base acrílica, comparando-as com o compósito sem adição de polímeros.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais e preparação

Foram utilizados quatro tipos de polpa celulósica, de eucalipto branqueada fornecida pela Votorantin Celulose e Papel, de pinus não branqueado fornecida pela Klabin, de sisal fornecido pela Lwarcel Celulose e Papel e de papel jornal. As polpas foram preparadas por processo de dispersão (60 minutos) utilizando-se um liquidificador de alta potência, a concentração de 5,6 g de fibra por litro de água quando do preparo das polpas de eucalipto, pinus e sisal e a concentração de 20 g de material seco por litro de água para preparação da polpa com papel jornal. Após o processo de dispersão o material foi drenado por simples filtragem e particulado em argamassadeira laboratorial, sendo embalados em sacos plásticos e mantidos em refrigerador. A preparação das polpas foi feita no laboratório do Departamento de Construções Rural da FZEA - USP em Pirassununga.

As propriedades físicas das polpas celulósicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades físicas das polpas celulósicas.

Fibra	Comp/to médio (mm)	Espessura média ^c (µm)	Relação de aspecto
Kraft não branqueado de <i>Agave sisalana</i> [*]	1,66 ^b	13,5	123
Kraft residual de <i>Eucalyptus grandis</i>	0,66 ^b	10,9	61
Jornal ^{**}	1,20		
Kraft não branqueado de <i>Pinus</i> Klabin [*]	1,72 ^d	-	-

Fontes: ^{*} Savastano (2000^b); ^{**} Soroushian et al 1995. ^b Determinação por analisador óptico automatizado, marca Kajaani, modelo FS-200. ^c Média de 20 determinações em microscópio eletrônico de varredura. ^d Determinação por analisador de tamanho de partícula, equipamento Galai Cis-100. UFV, Dep. Eng. Florestal.

A Tabela 2 apresenta o resultado da determinação da curva granulométrica para o pó de pedra.

Tabela 2. Distribuição Granulométrica.

Peneiras (mm)	% Retida	% Retida Acum.
0,149	46,35	46,35
0,125	14,33	60,68
0,074	14,13	74,81
0,062	3,10	77,91
0,053	1,32	79,23
0,037	6,09	85,32
Fundo	14,69	100,00

A utilização de pó de pedra deve trazer uma redução de custo e uma melhor estabilidade dimensional para a matriz. Baseado em estudo realizado por SAVASTANO et al 2000, definiu-se a proporção de mistura da matriz utilizando 75% de cimento / 25% de pó de pedra de origem basáltica. O cimento utilizado foi o CP V-ARI fornecido pela CIMINAS e o pó de pedra fornecido pela Equipav.

Foi utilizado um polímero de base acrílica encontrado no mercado, Rheomix fornecido pela MTB. Este produto foi caracterizado pela determinação do teor de sólidos e do seu pH, apresentando TS % = 34,2 % e pH = 8,19. A determinação do teor de sólidos foi feita em balança com dispositivo de secagem por infravermelho, à temperatura máxima de 100 °C até constância de massa.

Os compósitos foram preparados utilizando a proporção de mistura de 75% de cimento, 25% de pó de pedra e 10% de polpa celulósica seca sobre a massa de cimento e pó de pedra. Foram utilizadas proporções de 1, 5 e 10% de polímero seco sobre a massa de cimento. A nomenclatura utilizada foi para as polpas, Jornal (J), Eucalipto (E), Sisal (S) e Pinus (P), para os tratamentos, Testemunho (O), Rheomix 1% (R1), Rheomix 5% (R5), Rheomix 10% (R10).

Os componentes foram misturados de forma a se obter uma pasta fluida com as fibras uniformemente dispersas. Após 5 min. utilizando um misturador de alta velocidade, a pasta foi rapidamente transferida para uma caixa de (200 mm x 200 mm) com dispositivo para efetuar a sucção da água excedente, obtendo-se placas com aproximadamente 3 mm de espessura. A cada 3 placas produzidas, estas eram submetidas, simultaneamente, à uma pressão de 3,8 MPa por 5 min, em seguida em sacos plásticos por 2 dias, após o que seguiram em condição de cura submersa em água até a data do ensaio. De cada placa foram extraídos 4 corpos-de-prova (40 mm x 200 mm), sendo produzidos para cada dosagem 8 repetições.

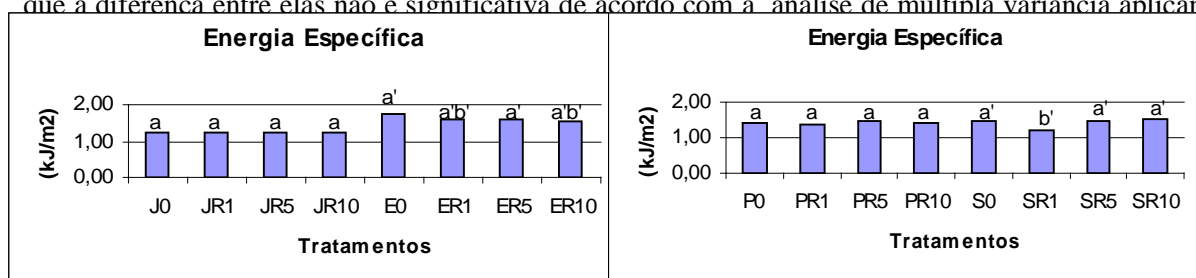
Método de Ensaio

À idade de 28 dias de idade, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de flexão utilizando 4 apoios. Foi utilizada uma máquina universal de ensaios, marca EMIC modelo DL 30000, célula de carga de 5 KN e programa de controle M-Test v.1.01/96. A velocidade de carregamento adotada foi de 5 mm/min e, ao se constatar redução de 60% da carga máxima de ruptura, interrompia-se o ensaio de forma a padronizar o cálculo da energia absorvida. Este ensaio seguiu procedimento utilizado por SAVASTANO et al, 2000. Os dados de absorção e densidade foram obtidos dos corpos-de-prova do teste de flexão seguindo os procedimentos especificados na ASTM C 948-81. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e teste de Tuckey para as médias ao nível de 0,05 de significância.

Efetuiu-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, o que foi efetuado até a estabilização da leitura de tempo. 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

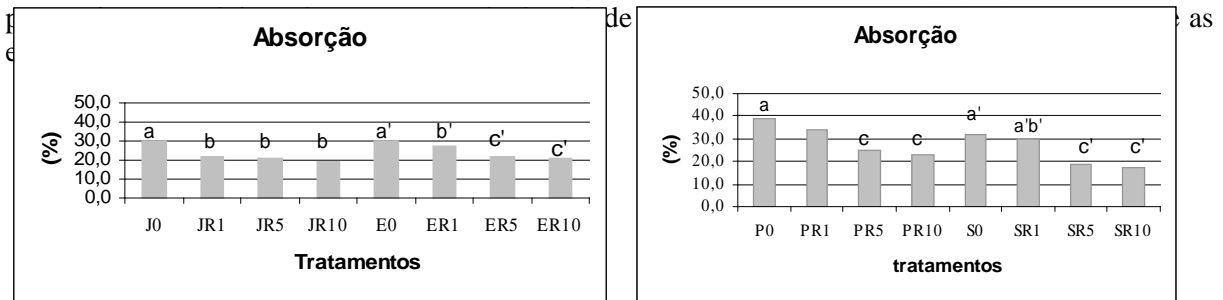
As Figuras 1 a 4 apresentam valores médios obtidos de Energia Específica e Absorção, para as diversas formulações de compósito. A presença de uma letra no topo de duas ou mais colunas, indica que a diferença entre elas não é significativa de acordo com a análise de múltipla variância aplicando



Figuras 1 e 2. Energia Específica.

Observa-se que a adição de polímero reduz significativamente a capacidade de absorção, não ocorrendo, porém, redução significativa entre adições de 5 e 10% de polímero. Quando o fator Polpa

foi analisado dentro de cada tratamento, observou-se que as polpas de jornal e sisal apresentaram os menores índices de absorção. Já, dentro da variável Energia Específica, não foi observada diferença significativa entre tratamentos para análise de cada tipo de polpa. Os valores obtidos, sempre superiores a 1 kJ/m² são aproximadamente o dobro dos valores obtidos por SAVASTANO JR et al 2000, isto pode ser justificado pela maior proporção de fibras utilizada neste trabalho, o que



Figuras 3 e 4. Absorção de água por imersão.

Foi feita uma análise da Tensão de Escoamento, uma vez que o ensaio foi encerrado quando atingida a deformação de 10 mm, sem se obter a Tensão máxima. Observou-se que os valores, da ordem de 7 MPa são bem inferiores aos obtidos por SAVASTANO JR et al 2000 o que pode ser justificado pelo teor de fibras mais elevado utilizado neste trabalho.

Não se observou variação significativa da velocidade da onda ultra-sônica através dos corpos-de-prova entre os compósitos avaliados, como se pode observar na Figura 5.

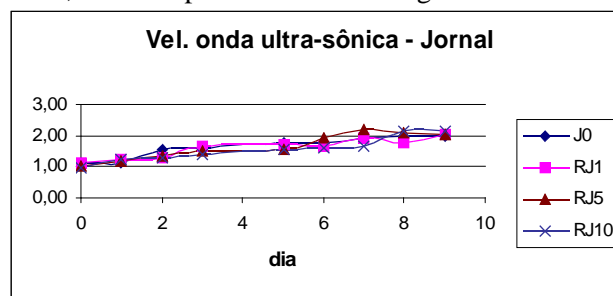


Figura 5. Velocidade da onda ultra-sônica para compósitos executados com polpa de Jornal.

CONCLUSÕES

A partir das condições nas quais se desenvolveu o presente trabalho, as análises permitiram concluir que a utilização de polímeros em compósitos polpa celulósica-cimento pode vir a melhorar a durabilidade destes compósitos da mesma forma que vem contribuindo para a durabilidade do concreto. Esse resultado é possível devido à capacidade de reduzir sensivelmente sua permeabilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da CAPES e das empresas fornecedoras dos materiais estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM C 948-81 – Dry and wet bulk density, water absorption and apparent porosity of thin sections of glass-fiber-Reinforced concrete, test for, v. 16, 1982.
- BENTUR, A. 1989, "Fibre Reinforced Cementitious Composites", New York, Elsevier Science Publisher Ltd, p 421-435.
- BERALDO, A. L. 1997, "Compósitos de biomassa vegetal-cimento", Manuscrito da disciplina Ap 399, Tópicos Especiais em Construções, Edições internas. Feagri/Unicamp.
- SAVASTANO JR., H.; WARDEN, P. G.; COUTTS, R. S. P. 2000 Low-cost matrices for cellulose-cement materials. In: CBI Symposium on Construction & Environment: Theory into Practice, São Paulo, Global Seven,p. 1-10.

- SAVASTANO, H. J., PIMENTEL, L. L.**, 2000, "Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção", Revista Brasileira de Eng. Agrícola e Ambiental, Campina Grande PB, DEAg / UFPB, v. 4, n. 1, p. 103-110.
- SOROUSHIAN, P.; SHAH, Z.; WON, J.** 1995, Optimization of Wastepaper Fiber-Cement Composites. ACI Materials Journal, v. 92, n° 1, p. 82-92.