

DESEMPENHO MECÂNICO DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM FIBRA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA CONSTRUÇÕES CIVIL E RURAL

Luana Mendes dos Santos¹, Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz², Isabela Moreira Albano da Silva³, Rafael Farinassi Mendes⁴, Matheus Da Rocha Coutinho Avelino⁵; Victor Rezende Carvalho⁶

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras – MG, luanna_mendess@yahoo.com.br

²Profa. Adjunta, Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras, (35) 3829-1681, patricia.ponciano@ufla.br

³Graduanda em Engenharia Civil, UFLA, e bolsista PIBIC/UFLA. silvaisabela567@gmail.com

⁴Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, rafael.mendes@ufla.br

⁵Graduando em Engenharia Civil, bolsista PIBIC/CNPq, UFLA, Lavras, MG. matheus.avelino1@estudante.ufla.br

⁶Graduando em Engenharia Civil, UFLA, Lavras – MG, victor.rezende.carvalho@gmail.com

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Devido à alta atividade dos setores de construção civil e rural e o impacto ambiental causado, busca-se alternativas sustentáveis de construção, como os compósitos cimentícios incorporados com material lignocelulósico, o qual é reaproveitado e biodegradável. Dessa forma, objetivou-se avaliar o desempenho mecânico de painéis cimentícios reforçados com bagaço de cana-de-açúcar e fibras de coco para aplicação como vedação em construções civis ou rurais. Os painéis foram confeccionados nas dimensões 48x48x1,5 cm, com relação de composição fibra cimento de 1:2,75, e foram cortados aos 28 dias para realização de cada ensaio (tração, compressão e flexão). Para caracterização mecânica, foram utilizadas as normas ASTM – D1037 (2006) e DIN 52362 (1982). Os painéis contendo bagaço de cana apresentaram valores satisfatórios para o módulo de elasticidade à ruptura (MOR) com valor mínimo de 9,34 MPa e compressão paralela média de 2,81 MPa acima dos mínimos aceitáveis. Estes painéis apresentaram capacidade de carga superior aos com fibra de coco.

PALAVRAS- CHAVE: fibra de coco; bagaço de cana de açúcar; fibro-cimento.

MECHANICAL PERFORMANCE OF CEMENTED COMPOSITES REINFORCED WITH COCONUT FIBER AND SUGAR CANE PARTICLES FOR CIVIL AND RURAL BUILDING

ABSTRACT: Due to the high activity of the civil and rural construction sectors and the environmental impact caused, sustainable construction alternatives are sought, such as cement composites incorporated with lignocellulosic material, which is reused and biodegradable. Thus, the objective was to evaluate the mechanical performance of cement panels reinforced with sugarcane bagasse and coconut fibers for application as seal in civil construction. The panels were made in the dimensions 48x48x1.5 cm, with a fiber-cement composition ratio of 1:2.75 and were cut at 28 days for each test (traction, compression and flexion). For mechanical characterization, ASTM - D1037 (2006) and DIN 52362 (1982) standards were used. The panels containing sugarcane bagasse presented satisfactory values for the modulus of elasticity at rupture (MOR) with a minimum value of 9.34 MPa and average parallel compression of 2.81 MPa above the minimum acceptable values. These panels presented higher load capacity than those with coconut fiber, which do not meet the standards.

KEYWORDS: coconut fiber; sugar cane bagasse; fiber cement.

INTRODUÇÃO: O setor da construção civil é responsável por representar grande parte do PIB do Brasil, ressaltando a importância deste setor na economia do país. Entretanto, os impactos ambientais por ele gerado são, também, relevantes uma vez que se considera a exploração dos recursos naturais e o descarte inadequado dos resíduos produzidos. Assim, visando a minimização de tais impactos, opta-se por construções sustentáveis das quais pode-se destacar o uso de materiais compósitos com reforço de fibras naturais. Ligowski et al (2015) definiu os compósitos como sendo materiais que visam otimização do produto obtido, constituídos pela matriz e um elemento reforço, através de dois ou mais materiais diferentes. A incorporação de fibras lignocelulósicas auxilia no reforço da microestrutura da matriz de forma a aumentar suas capacidades físicas, mecânicas e térmicas. A utilização destas torna-se viável já que apresentam alta disponibilidade, fonte renovável, baixo custo e, ainda, viés sustentável (FONSECA et al, 2016). Algumas dessas fibras podem ser oriundas da cana-de-açúcar e do coco seco, por exemplo, considerando sua abundância em território nacional. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o comportamento mecânico de painéis compósitos reforçados com fibra de coco e partículas de bagaço de cana e sua viabilidade de aplicação na construção civil e rural.

MATERIAL E MÉTODOS: Inicialmente, foi necessário preparar o material lignocelulósico. Os caules dos clones de cana-de-açúcar oriundos da Universidade Federal de Lavras, passaram por processo de secagem até que atingissem cerca de 12% de umidade, na estufa a 85°C. Já, para o coco, utilizou-se de exemplares comercializados para fins de jardinagem. Para ambos os casos, para padronização das dimensões dos materiais lignocelulósicos, processou-se o material no moinho martelo, realizando peneiramento e utilizou-se o material passante na peneira de mesh 40 e retido na peneira de mesh 60. Para determinar a quantidade de material lignocelulósico, determinou-se a umidade das partículas utilizadas através do método da estufa. Foram confeccionadas 3 placas de cada material (bagaço de cana e fibra de coco). Na confecção dos painéis foram utilizados os seguintes parâmetros: densidade do painel de 1,25 g/cm³; dimensões do painel de 48 x 48 x 1,5 cm; traço utilizado de 1: 2,75; relação água cimento de 1: 2,5; taxa de água de hidratação:cimento equivalente à 0,25; quantidade de aditivo de 4% em relação à massa de cimento e, por fim, porcentagem de perdas de 6%. Fazendo uso de uma betoneira, foi possível homogeneizá-los. Com as pastas finalizadas, adicionou-as às formas, previamente lubrificadas com óleo diesel. Em seguida, realizou-se a prensagem a frio em temperatura ambiente das placas com pressão de 40 kgf/cm² e tempo de prensagem de 10 minutos, com tempo de grampeamento de 24 horas e tempo de acondicionamento de 28 dias em câmara climatizada, com temperatura de 20 ± 2°C umidade relativa de 65 ± 3%. Aos 28 dias, cortaram-se os corpos de prova e realizaram-se os testes mecânicos. Os ensaios foram realizados na Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Para a caracterização mecânica dos painéis foram avaliadas as propriedades de ligação interna e compressão paralela, de acordo com a norma ASTM – D1037 (2006) e, para as propriedades de MOE e MOR à flexão estática, a norma DIN 52362 (1982).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Aferiu-se, inicialmente, as densidades de cada painel e os dados obtidos estão dispostos na tabela 1.

Wolfe e Gjinolli (1996) classificaram os painéis de cimento-madeira de baixa densidade os que compreendiam valores entre 0,5 e 1,0 g/cm³. Já os de alta densidade, de 1,5 a 2,0 g/cm³. Asasutjarit (2007) obteve valores de densidade para painéis cimento/coco variando de 0,71 a 1,12 g/cm³. Assim, os valores para as densidades dos painéis com fibra de coco obtidos, variando de 0,85 a 0,93 g/cm³, classificam os painéis como sendo de baixa densidade e são

considerados aceitáveis, mas ficam abaixo do valor estipulado por Bison (1978) para painéis comerciais, acima de 1,10 g/cm³. Os painéis com partícula de bagaço de cana estão compatíveis com os valores estipulados por Bison (1978) para painéis comerciais, acima de 1,10 g/cm³.

TABELA 1. Valores de densidade para os painéis produzidos

	Fibra de coco	Partícula de bagaço de cana
Densidade máxima (g/cm ³)	0,93	1,27
Densidade média (g/cm ³)	0,89	1,17
Densidade mínima (g/cm ³)	0,85	1,09
CV(%)	6,04	6,43

TABELA 2. Resultados máximos e mínimos obtidos nos ensaios de tração e compressão para os painéis.

	Fibra de coco		Partícula de bagaço de cana	
	Tração (MPa)	Compressão (MPa)	Tração (MPa)	Compressão (MPa)
Máximo	0,33	1,69	0,52	3,81
Mínimo	0,18	1,31	0,21	1,40
CV(%)	32,87	10,81	27,43	30,53

Da tabela 2, tem-se que os compósitos com partícula de bagaço de cana possuem maior resistência mecânica que os com fibra de coco. Segundo Viroc (2016), o valor de ligação interna (tração) recomendado é de 0,50 MPa para painéis cimento-madeira e, para Bison (1978), os valores mínimos para ligação interna é de 0,4 MPa. Assim, os compósitos com partículas de bagaço de cana, variando de 0,21 a 0,52 MPa possuem valor aceitável. Já os compósitos com fibra de coco, com 0,18 a 0,33 MPa estão abaixo do recomendado. Para os valores de compressão paralela para os painéis com partículas de bagaço de cana, os resultados variaram de 1,40 a 3,81MPa e, quando comparado com Mendes (2008), com valores de 2,25 a 3,30 MPa para painéis com bagaço de cana, mostram-se, em partes, aceitáveis. Younquist (1999) definiu os valores de compressão paralela para painéis cimento-madeira de baixa densidade variável de 0,69 a 4,1 MPa. Sendo assim, os valores de compressão paralela dos painéis com fibra de coco, variando de 1,31 a 1,69 MPa estão dentro do limite admissível.

A tabela 3 apresenta os valores mínimos e máximos obtidos para os testes de MOR e MOE.

TABELA 3. Resultados obtidos para os módulos de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR)

	Fibra de coco		Partícula de bagaço de cana	
	MOR (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Máximo	4,64	618,02	14,29	3312,21
Mínimo	3,06	200,13	9,34	1203,78
CV(%)	31,27	49,45	13,69	30,17

Segundo Youngquist (1999), os valores para painéis cimento-madeira de baixa densidade para MOR devem variar de 1,7 a 5,5 MPa. Assim, os valores obtidos de MOR, para os painéis com fibra de coco, na faixa de 3,06 a 4,64 MPa, apresentam-se aceitáveis. Todavia, os valores de MOE obtidos, variando de 200,13 a 618,02 MPa mostram-se inferiores ao mínimo obtido por Youngquist (1999) de 621 a 1241 MPa. O processo de fabricação Bison (1978) estipulou como 9,0MPa o mínimo aceitável para o MOR e de 3000 MPa para o MOE. Assim, avaliando-se os resultados obtidos para os painéis com partículas de bagaço de cana, os valores de MOR

apresentam-se superiores à referência e, portanto, aceitáveis. Quanto aos valores obtidos de MOE, o resultado obtido não foi totalmente condizente com a literatura referenciada.

CONCLUSÃO: Os painéis reforçados com partículas de bagaço de cana-de-açúcar apresentaram capacidade mecânica superior àqueles reforçados com fibra de coco. Vê-se, por conseguinte, a necessidade da continuação e aprimoramento dos testes e estudos acerca das características físico-químicas dos materiais lignocelulósicos incorporados nos painéis, de forma a entender sua influência nas características mecânicas dos produtos obtidos.

AGRADECIMENTOS: À FAPEMIG pelo financiamento da pesquisa, à CNPQ pela concessão de bolsa aos alunos e à UFLA pela disposição de seus laboratórios para realização das pesquisas.

REFERÊNCIAS:

ASASUTJARIT, C. et al. Development of coconut coir-based lightweight cement board. **Construction and Building Materials**, 21(2). 2007. p. 277-288.

ASTM D1037-06a, **Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006. Bison Wood-Cement Board. Bison-report. [S.l.], 1978. 10 p.

BISON WOOD-CEMENT BOARD. Bison Report. [s.l:s.n], 1978. 10 p.

DIN-NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength: **DIN 52362**. Berlin, 1982.

FONSECA, C. S. et al. Micro/nanofibrilas celulósicas de eucalyptus em fibrocimentos extrudados. 2016. **Cerne**, 22(1), p. 59-68.

LIGOWISKI, E. et al, Materiais compósitos a base de fibras de cana de açúcar e polímeros reciclados obtidos através de técnica de extrusão. **Polímeros**. São Carlos, 2015, vol.25, n.1, p. 70-75.

MENDES, R. F. et al. **Qualidade de painéis aglomerados produzidos na China utilizando bagaço de cana**. In: Encontro brasileiro em madeiras e estruturas de madeira. Londrina. Anais, Londrina, 2008.

VIROC. Dossier Técnico. 2016. Disponível em: <http://www.viroc.pt/ResourcesUser/Nova_Gama_Viroc/Viroc_Dossier_Tecnico_PT.pdf> Acesso em: 15 fev. 2020.

YOUNGQUIST J. A. (1999). **Wood-based composites and panel products**. *Wood handbook: wood as an engineering material*. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. General technical report FPL; GTR-113: p. 10.1-10.31, 113.

WOLFE, R; GJINOLLI, A. E. *Assessment of Cement-Bonded Wood Composites as Means of Using Low-Valued Wood for Engineered Applications*. In: International Wood Engineering Conference. New Orleans LA. **Proceedings**. Ed. Proceedings of the international wood engineering conference: 1996. V. 3, p. 74-81.