

PAINÉIS DE COMPÓSITOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

ED WILSON PERUSSINI VIANA¹, LUIZ SERGIO VANZELA²

¹Mestre em Ciências Ambientais, Instituto Federal de São Paulo, (17) 99182-8721, edwilson.viana@terra.com.br

² Doutor em Agronomia, Universidade Brasil, (17) 99131-9104, lsvanzela@yahoo.com.br

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A utilização de bagaço de cana-de-açúcar misturado a adesivos a base de ureia formaldeído para a produção de painéis aglomerados, consiste numa alternativa sustentável para o aproveitamento desse resíduo pelas usinas de açúcar e etanol. Assim, neste trabalho foi desenvolvido a tecnologia de produção de painéis prensados provenientes de bagaço de cana-de-açúcar. As placas foram desenvolvidas por meio de processo de produção de aglomerado com 100% de bagaço de cana-de-açúcar misturado a adesivos e aditivos. Para avaliar a qualidade do material produzido, foram determinadas as propriedades físicas e mecânicas dos corpos de prova, com os seguintes ensaios: densidade, umidade, inchamento durante 24 h e 2h de imersão em água, flexão estática e tração perpendicular. Todos esses ensaios foram realizados conforme a norma ABNT NBR 14810-2. O processo permitiu desenvolver painéis de aglomerado de bagaço de cana-de-açúcar, que atendeu a NBR 14810-2 nos quesitos de densidade, umidade e inchamento, com qualidade promissora para uma indústria de compósitos sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos sólidos, alternativas sustentáveis, setor sucroenergético

PANELS COMPOSITES DEVELOPED FROM THE BAGASSE OF SUGAR CANE

ABSTRACT: The use of sugarcane bagasse mixed with adhesives of urea formaldehyde for the production of chipboard panels, consists of a sustainable alternative to reuse of this residue by industries sugar and ethanol. Thus, in this research, was developed the technology of the pressed wood panels production from the sugarcane bagasse. The wooden boards were development by agglomerates production process from the 100% of sugarcane bagasse, mixed to adhesives and additives conventional. To evaluate the quality of the produced material, were determined the physicals and mechanics proprieties of samples, from the tests: density, humidity, swelling of 2 and 24 hours of immersion in water, static flexion and perpendicular traction. The tests were executed the accord with ABNT NBR 14810-2 rule. The process allowed develop agglomerate panels of sugarcane bagasse approved in the density, humidity and swelling tests, with promising quality to sustainable composites industry.

KEYWORDS: solid residues, sustainable alternative, sugarcane energy business

INTRODUÇÃO: Os setores de construção civil e mobiliário são os principais responsáveis pela evolução tecnológica das indústrias que utilizam madeira como matéria prima básica. A matéria prima utilizada nessas indústrias é oriunda de madeiras de reflorestamento ou processos de fabricação de painéis de compósitos provenientes de resíduos de qualquer material lignocelulósico. Isso lhes confere alta resistência mecânica e peso específico pré-estabelecido (ROWELL & KEANY, 2000), os quais, depois de terem as partículas aglutinadas com adesivo, se consolidam sob a ação de temperatura e pressão (MENDES et al., 2010). Para a fabricação desses painéis aglomerados, preferencialmente, são utilizados cavacos e madeira de florestas plantadas, o que determina melhor resultado das propriedades das chapas e de sua qualidade (PEDRESCHI, 2009). O aproveitamento dos resíduos gerados pela agroindústria brasileira tem sido uma alternativa para atender tal demanda do setor de painéis aglomerados, com vários tipos de resíduos lignocelulósicos com potencialidades para aproveitamento (MENDES et al., 2010). Dentre os resíduos que possuem grande geração no Brasil e são poucos explorados na indústria moveleira, destaca-se o bagaço da cana-de-açúcar (BASTTINELLI

et al., 2008). Um estudo realizado por Purohit & Michaelowa (2007) apontou que o Brasil obteve o primeiro lugar em geração de bagaço de cana-de-açúcar, seguido pela Índia, China e outros países. Grande parte deste resíduo é queimado pelas próprias usinas sucroenergéticas para geração de energia, mas 28% não são aproveitados (SILVA et al., 2010). Considerando este contexto e que o bagaço de cana é constituído de fibras emaranhadas de celulose, além da necessidade da busca de alternativas sustentáveis para a produção moveleira, o objetivo foi desenvolver painéis de compósitos desenvolvidos a partir do bagaço de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido em uma parceria entre a Universidade Brasil/Campus de Fernandópolis (coordenação do projeto e análises laboratoriais), Empresa Truck Galego/Votuporanga (fabricação dos corpos de prova) e Instituto Federal de São Paulo/Votuporanga (testes físicos e mecânicos). O ensaio para a caracterização do bagaço de cana utilizado na pesquisa foi realizado no Laboratório de Bioensaios da Universidade Brasil (Tabela 1).

TABELA 1. Caracterização do bagaço de cana-de-açúcar.

Componente	Unidade	Resultado
MS	%Total	93,42
MM	%MS	1,52
FDN	%MS	92,01
FDA	%MS	59,09
LIG	%MS	11,07
HEM	%MS	32,92
CEL	%MS	48,02

OBS: MS (matéria Seca), MM (matéria mineral), FDN (fibra em detergente neutro - celulose + hemicelulose + lignina), FDA (fibra em detergente ácido - celulose + lignina), LIG (lignina), HEM (hemicelulose) e CEL (celulose)

O bagaço utilizado na produção dos corpos de prova de painéis foi originado da Destilaria Alcoeste Fernandópolis S/A. A produção dos corpos de prova foi realizada pelas seguintes etapas: (1) secagem do bagaço em local à sombra (temperatura variando de 24 a 43°C por 6 dias), (2) separação das fibras (peneira de 2 mm), (3) adição de adesivos e aditivos e homogeneização manual da mistura (fibras + ureia formaldeído Cascamite PL2030 + emulsão de parafina + catalizador Cascamite K6), (4) prensagem a quente (prensa hidráulica com placas superior e inferior aquecidas à 160°C e com pressão de 100 bar, revestidas de papel alumínio para evitar aderência). Este procedimento foi realizado em moldes de aço de 45 x 50 cm, permitindo a produção de placas dessa dimensão. Em seguida, as placas foram cortadas para produzir os corpos de prova utilizados nos ensaios, conforme a NBR 14810-2 (ABNT, 2013). O detalhe das dimensões e quantidades de corpos de prova, bem como os ensaios realizados, estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Detalhe dos ensaios realizados e as dimensões e quantidades de corpos de prova utilizados em cada ensaio.

Ensaio	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade
Densidade	50	50	12,5 - 15,0	10
Teor de Umidade	50	50	12,5 - 15,0	10
Inchamento de 24 h	50	50	12,5 - 15,0	10
Inchamento de 2 h	50	50	12,5 - 15,0	10
Flexão	350	50	12,5 - 15,0	11
Tração Perpendicular	50	50	12,5 - 15,0	10

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A densidade média encontrada foi de $717,79 \pm 35,49 \text{ kg m}^{-3}$, ou seja, ao nível de 5% de significância estatística, a densidade variou de 682 a 753 kg m^{-3} (Tabela 3). De acordo com a ABNT (2013) estes painéis de madeira são classificados como de média, cuja faixa varia de 551 kg m^{-3} a 750 kg m^{-3} .

TABELA 3. Resultado dos testes físicos e mecânicos.

CP	D (kg m ⁻³)	U (%)	I ₂₄ (%)	I ₂ (%)	MOR (N mm ⁻²)	MOE (N mm ⁻²)	TP (N mm ⁻²)
1	751,25	8,29	25,64	9,43	3,97	525,53	0,060
2	648,33	8,50	23,47	7,68	3,19	477,64	0,071
3	732,95	8,48	18,60	8,31	2,54	290,31	0,064
4	657,42	8,50	25,00	5,66	2,59	285,23	0,042
5	652,04	8,44	24,79	6,19	3,39	311,98	0,056
6	731,77	8,47	22,92	5,21	3,14	555,34	0,059
7	774,49	8,61	18,29	3,89	4,97	727,48	0,044
8	777,53	8,51	19,55	9,90	2,81	662,52	0,052
9	790,27	8,33	19,38	4,34	4,30	756,08	0,066
10	661,86	8,79	24,02	9,59	4,65	534,03	0,044
11	-	-	-	-	2,91	490,42	-
m±ic	717,79±35,49	8,49±0,09	22,17±1,79	7,02±1,39	3,45±0,54	509,1±107,98	0,056±0,015

OBS: CP (corpos de prova); D (densidade); U (umidade); I₂₄ (inchamento de 24 h); I₂ (inchamento de 2 h); MOR (módulo de resistência a flexão estática); MOE (módulo de elasticidade); TP (tração perpendicular); m (média); ic (intervalo de confiança ao nível de 5% de significância).

A umidade média obtida foi de 8,49±0,09% (Tabela 3), com variação de 8,41 a 8,58% ao nível de significância de 5% em torno do intervalo de confiança. Estes resultados estão dentro da faixa pré-estabelecida pela ABNT (2013), a qual estabelece uma faixa de 5 a 13% de umidade para painéis aglomerados. Dentre alguns fatores que influenciam o teor de umidade dos aglomerados pode-se destacar: produtos aplicados (ureia-formaldeído, parafina e água) que são perdidos por ficarem aderidos aos instrumentos (pistola, mangueira e carrinho misturador), destacando-se principalmente a parafina; quantidade de partículas finas presentes ou geradas durante o processo de mistura, as quais consomem boa parte dos produtos citados; e umidade das partículas que sofre rápida influência da umidade relativa do ambiente mesmo se secas em estufa, antes de iniciar a elaboração das chapas (DACOSTA, 2004). O inchamento 24h médio foi de 22,17±1,79 % (Tabela 3), com intervalo de confiança de 20,38 a 23,95 % ao nível de 5% de probabilidade. Segundo a ABNT (2013), o valor para inchamento 24 h deveria ser de no máximo 18%, resultando em 23,1% acima do preconizado. Segundo Brito (1995) este parâmetro pode ser afetado por muitas variáveis, destacando a espécie de madeira, granulometria das partículas, quantidade de resina aplicada, eficiência da aplicação da resina e condições de prensagem. Segundo a maioria dos pesquisadores, o aumento no teor e adesivo reduz o inchamento em espessura e elevado com o aumento da densidade da chapa (DACOSTA, 2004). O inchamento 2h médio foi de 7,02±1,39 % (Tabela 3), com intervalo de confiança de 5,63 a 8,41 mm ao nível de 5% de significância. A ABNT (2013) não apresenta valores limites e parâmetros para o ensaio de inchamento de 2h, somente apresenta valores limites para o ensaio de inchamento de 24h. Contudo a NBR 14810 (ABNT, 2006) estabelecia um limite máximo em 8% para o ensaio de inchamento de 2 h. A resistência a Flexão Estática média foi de 3,45±0,54 N mm⁻² com intervalo de confiança de 2,91 a 3,99 N mm⁻², enquanto o Módulo de Elasticidade médio foi de 509,1±107,98 N mm⁻² com intervalo de confiança de 401,12 a 617,08 N mm⁻² (Tabela 3). Pela ABNT (2013), os valores mínimos para aglomerados de madeira são 11 N mm⁻² para MOR e 1600 N mm⁻² para MOE. Portanto os valores encontrados na pesquisa não se enquadram nos padrões exigidos para essa variável. A resistência a Tração Perpendicular média foi de 0,056±0,015 N mm⁻² com intervalo de confiança de 0,041 a 0,071 N mm⁻² (Tabela 3). De acordo com a norma ABNT (2013), os valores mínimos deveriam ser de 0,350 N mm⁻². Portanto os valores encontrados para essa variável também não se enquadraram dentro dos mínimos exigidos. O painel resultante desse processo apresentou aspecto semelhante ao aglomerado tradicional de compósitos de madeiras já produzidos em escala comercial. É possível que com o ajuste nos parâmetros de confecção dos painéis, como a homogeneização da mistura do bagaço de cana-de-açúcar com o adesivo e aditivos, por meio de um misturador adequado; a prensagem da mistura em uma prensa térmica adequada e apropriada para prensar madeira e a melhora da qualidade da matéria prima do bagaço de cana-de-açúcar no que se refere ao tamanho da fibra, o resultado final do painel teria sido de melhor qualidade. Embora discordando em parte do preconizado pela norma, verifica-se que o bagaço de cana-de-açúcar apresenta grande potencial para uso na produção de painéis

aglomerados de compósitos, conferindo um caráter sustentável e que agrega valor em sua aplicabilidade e comercialização.

CONCLUSÕES: De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que foi possível desenvolver painéis de aglomerado a partir do bagaço de cana-de-açúcar, que atenderam os padrões de densidade, umidade e inchamento de 2h. Entretanto não se enquadraram dentro dos mínimos necessários para inchamento de 24h, resistência à flexão elástica, módulo de elasticidade e resistência a tração perpendicular.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma técnica NBR 14810-2, Painéis de Média Densidade Parte 2: Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. 4p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma técnica NBR 14810-2, Painéis de Média Densidade Parte 2: Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 52p.

BASTINELLI, R.A.G.; MARCILIO, C.; LAHR, F.A.R. Emprego do bagaço da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) e das folhas caulinares do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* na produção de chapas de partículas. Pesquisa e Tecnologia, v.5, p.297-305, 2008.

BRITO, E. O. Produção de Chapas de partículas de madeira a partir de Maravalhas de *Pinus elliotti* plantados no sul do Brasil, 127f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

DACOSTA, L. P. E. Utilização de Resíduos do Processamento Mecânico da Madeira para a Fabricação de Chapas de Partículas Aglomeradas, 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

MENDES, R. F.; MENDES, L.M.; ABRANCHES, R. A. S.; SANTOS, R. C.; GUIMARÃES, J. B. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. Sci. For., Piracicaba, v.38, n.86, p.285 -295, 2010.

PEDESCHI, R. Aproveitamento do bagaço de cana da indústria sucroalcooleira na produção de painéis aglomerados. 49p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PUROHIT, P.; MICHAELAWA, A. CDM potential of bagasse cogeneration in India. Energy Policy, Surrey, v. 35, p.4779-4798, 2007.

ROWELL, R. M.; KEANY, F. M. Characterization and factors affecting fiber properties. **In:** NATURAL POLYMERS AND AGROFIBERS BASED COMPOSITES, 1, 200, São Carlos. Anais... São Carlos: Emprapa Instrumentação Agropecuária, 2000. p. 115-134.

SILVA, V. S.; GARCIA, C. de A.; SILVA, C. M. O destino do bagaço da cana-de-açúcar: um estudo a partir das agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná. Revistas em Agronegócios e Meio Ambiente, Curitiba, v.3, n.1, p. 59-76, 2010.