



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

ADESIVOS UREIA-FORMALDEÍDO E SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA

Lívia Dal Sasso de Souza¹
Gabriel Andrade Gomes de Assis¹
Larissa Carvalho Santos²
Wilson de Souza Júnior³
Vitor Dias Lopes Nunes¹
Juliana Ceccato Ferreira⁴
Angélica de Cássia Oliveira Carneiro⁵
Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho⁶

¹ Universidade Federal de Viçosa

² Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Florestal

³ Departamento de Agronomia / Centro de Ciências Agrárias / Universidade Federal de Viçosa

⁴ Universidade Federal de Goiás

⁵ UFV -DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL / Universidade Federal de Viçosa

⁶ DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

ADESIVOS UREIA-FORMALDEÍDO E SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA

Resumo: A madeira é umas das matérias-primas mais utilizadas no mundo. Dentre suas características que garantem sua competitividade, está a capacidade de adesão, que através da utilização de adesivos possibilita a obtenção de um grande número de produtos derivados. Inúmeros adesivos estão disponíveis no mercado de compósitos de madeira, porém, objetivou-se apresentar e conceituar a resina ureia-formaldeído e sua aplicabilidade na produção de painéis de madeira. Os adesivos UF são versáteis e possuem um custo relativamente menor que os adesivos fenólicos e resorcinólicos. Devido às inúmeras vantagens associadas ao uso de adesivos à base de ureia-formaldeído, cerca de 90% das chapas de aglomerado do mundo são produzidas com esta resina. Entretanto, destaca-se que móveis e demais estruturas confeccionadas a partir da resina ureia-formaldeído devem ser restritos a ambientes internos. Destaca-se, também, como desvantagem, a liberação de formaldeído, composto altamente tóxico.

Palavras-chave: Adesivos para madeira, propriedades reológicas, síntese adesiva.

UREIA-FORMALDEIDO ADHESIVE AND APPLICATION IN THE PRODUCTION OF MADEIRA PANELS

Abstract: Wood is one of the most used raw materials in the world. Among its characteristics that guarantee its competitiveness, is the capacity of adhesion, which through the use of adhesives makes it possible to obtain a large number of derivative products. Numerous adhesives are available in the wood composite market, however, the objective was to present and conceptualize the urea-formaldehyde resin and its applicability in the production of wood panels. UF adhesives are versatile and have a relatively lower cost than phenolic and resorcinolic adhesives. Due to the numerous advantages associated with the use of urea-formaldehyde-based adhesives, about 90% of the particleboard in the world is produced with this resin. However, it should be noted that furniture and other structures made from the urea-formaldehyde resin should be restricted to indoor environments. The disadvantage is the release of formaldehyde, a highly toxic compound.

Keywords: Adhesives for wood, rheological properties, adhesive synthesis.

1. INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas a madeira tem papel importante no bem estar dos seres humanos e no desenvolvimento da civilização, sendo um dos recursos mais versáteis disponíveis na natureza. Inicialmente utilizada como fonte de energia e base para armas de caça, posteriormente passou a ser utilizada na construção de abrigos. Já na idade média, tornou-se a principal fonte de matéria prima para construção dos mais variados meios de transporte, desde pequenos carrinhos puxados a mão até as caravelas. Atualmente é matéria prima de muitos produtos, como celulose e papel, móveis, laminados, compensados, chapas de composição e pisos (ROCHA, 2007).

O Brasil apresenta crescente utilização de madeiras originadas de florestas plantadas, sendo o eucalipto a espécie de maior utilização. Segundo o Serviço Florestal Brasileiro (2010), o país possui 516 milhões de hectares de florestas, o que equivale a 60% do território nacional, sendo elas naturais e plantadas, com

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

predominância das florestas naturais (98%), enquanto as florestas plantadas abrangem cerca de 6 milhões de hectares.

A implantação do Eucalipto no Brasil ocorreu com fácil adaptação ao solo e às condições climáticas. A área plantada de eucalipto no Brasil, com base no ano de 2010, corresponde a 4.754.334 ha, sendo os estados de Minas Gerais, São Paulo e Bahia, respectivamente, os maiores produtores (ABRAF, 2011).

As características físicas, mecânicas, a fácil trabalhabilidade, o baixo consumo energético para sua obtenção e o aspecto decorativo, fazem da madeira uma das matérias-primas mais utilizadas e apreciadas no mundo. Porém, entre as características florestais, a possibilidade de produção sustentável e a absorção e fixação de CO₂ em seu processo produtivo vem tornando esse material cada vez mais atraente do ponto de vista ambiental (ZENID, 2007). O processamento da madeira está relacionado à geração de resíduos sólidos. Esses resíduos são originados desde o corte da madeira até seus processamentos primário e secundário. Nas serrarias são observados grandes volumes de resíduos madeireiros, que muitas vezes são inutilizados, sendo dispostos para a queima ou despejo em locais inadequados. Estes resíduos podem ser reaproveitados de forma a reduzir os riscos ao ambiente e gerar lucros para as empresas que os produzem. A colagem da madeira é uma alternativa para um melhor aproveitamento da matéria prima, pois reduz a exigência da qualidade inicial da madeira, como presença de nós e bolsa de resina. Em função do desenvolvimento de novas tecnologias, estimulada pelo avanço da química, é possível identificar os adesivos que melhor se adaptem e interajam com os diferentes tipos de madeira (LIMA et al., 2008).

2. ADESIVOS

O termo resina foi inicialmente aplicado às exsudações de plantas, que se apresentam sob a forma de gotas sólidas ou como líquidos muito viscosos, de cor amarelada-transparente, encontradas no tronco de árvores como pinheiro, cajueiro, mangueira, etc. São materiais insolúveis em água, mas solúveis em alguns solventes orgânicos, fusíveis, de peso molecular intermediário a alto, e que amolecem gradualmente por aquecimento. Por assimilação, este termo é também empregado para designar polímeros sintéticos que, quando aquecidos, amolecem e apresentam o mesmo tipo de comportamento (MENDES, 2004).

Kollmann et al (1975) declaram que adesão, adesivos e aderentes são elementos de uma tecnologia geral de adesão, os quais têm grande importância nos mais diversos ramos da engenharia, incluindo a colagem da madeira. O adesivo é um componente importante, com implicações técnicas e econômicas significativas na utilização da madeira (PIZZI, 1983), e seu custo pode chegar a 50% do preço total da mesma. A qualidade da adesão, que afeta as propriedades do produto final, pode ser determinada por vários fatores, mas principalmente pelo tipo e quantidade do adesivo (MALONEY, 1993). Assim, o desenvolvimento da indústria de painéis à base de madeira sempre acompanhou a evolução dos adesivos, no entanto, as pesquisas e desenvolvimentos relativos aos adesivos sempre foram motivados pela exigência de adesão adequada, pelo processo de produção e pelas propriedades dos painéis produzidos (DUNKY, 2001).

Os adesivos são divididos em dois grupos: os naturais e os sintéticos. Os adesivos naturais são classificados conforme sua origem (animal ou vegetal), já os

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

adesivos sintéticos são divididos em termofixos (ureia, fenol, melamina, resorcinol, tanino e *epoxy*), convertidos a um estado insolúvel e irreversível através de reações químicas com ou sem aplicação de calor; e os termoplásticos (polivinil-cloreto, polivinil-acetato e elastômeros), resistentes somente a mudanças físicas, podendo ser modificados pela ação de calor ou de solventes. O desenvolvimento dos adesivos sintéticos foi essencial para o sucesso da indústria de compósitos de madeira, devido à sua praticidade de aplicação e manuseio. As matérias primas necessárias para a fabricação desses adesivos são o petróleo, carvão mineral ou gás natural, e a preparação experimental destes adesivos teve início em 1872, e sua comercialização ocorreu nos anos 1930. Nos anos seguintes, a utilização dos adesivos sintéticos aumentou rapidamente, à custa dos adesivos naturais (TSOUMIS, 1991).

Maloney (1993) considera como os três principais adesivos utilizados na indústria de painéis: melamina-formaldeído, fenol-formaldeído e ureia-formaldeído, sendo o último, objetivo de estudo desse trabalho.

3. ADESIVO URÉIA-FORMALDEÍDO

Os adesivos de ureia são produtos gerados a partir da reação entre os grupos amina ou amida com aldeídos, normalmente formaldeído. A resina ureia-formaldeído é uma resina termoendurecível opaca produzida por aquecimento da ureia e do formaldeído em uma solução de amoníaco ou piridina. É uma resina largamente utilizada como um material de moldagem e de componente de adesivos e revestimento de proteção. Os tipos de resinas de formaldeído são extremamente duros e resistentes a polímeros que se prestam idealmente a uma série de aplicações domésticas e industriais: a resina de ureia-formaldeído possui excelente resistência à tração, flexibilidade e resistência à distorção ao calor e, quando curada, forma um acabamento muito resistente. Quando adicionada a produtos adesivos, como cola de madeira, a resina forma uma liga que ultrapassa a força da madeira.

A matéria prima que dá origem ao adesivo ureia-formaldeído é o gás natural, constituído de metano (CH_4), constituinte básico tanto para a síntese de ureia quanto para síntese de formaldeído. A partir do metano é possível obter dióxido de carbono (CO_2), amônia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) e metanol (CH_3OH). Da reação entre o dióxido de carbono e a amônia obtêm-se a ureia; já o formaldeído é obtido através do metanol - o carvão mineral também pode ser fonte de amônia (MALONEY, 1993). A figura 1 exemplifica as fontes de matéria e seus produtos na formação dos adesivos ureia-formaldeído:

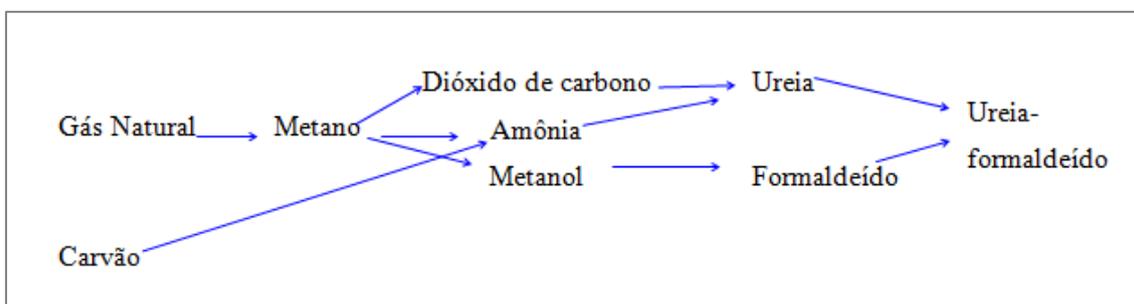


Figura 1. Esquema de formação dos adesivos de ureia-formaldeído.
Fonte: Maloney, 1993.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Os adesivos de ureia-formaldeído são versáteis: eles podem ser formulados para curar em temperatura ambiente ou a temperaturas elevadas; podem ser altamente diluídos com extensores ou fortificados com outros adesivos; são utilizados para colagem de vários elementos da madeira, de tabuas até fibras (PIZZI, 1994). Estes adesivos têm um custo relativamente menor que os adesivos fenólicos e resorcinólicos, porém são mais sensíveis ao calor e a umidade. A hidrólise pela umidade acelerada pelo calor é o principal mecanismo de redução de seu desempenho (MARRA, 1992). Ainda segundo este autor, a resina curada é dura, quebradiça e pouco resistente. No estado puro é relativamente sem cor, mas torna-se escura quando da adição de *fillers*. Algumas vezes, uma cor pode ser adicionada a um catalisador como um marcador, para verificar se o catalisador está sendo incorporado na mistura.

Os adesivos ureia-formaldeído podem ser comercializados sob duas formas: sólida (em pó) ou líquida. A forma líquida é mais utilizada pelos grandes usuários, onde bombas de aspersão e medidores de quantidade podem ser empregados, reduzindo o tempo de estoque em algo em torno de 2 a 3 meses. A forma em pó pode ser aplicada de duas maneiras: 1) *neat*, sem qualquer aditivo, sendo suas maiores vantagens o longo período de estocagem e o baixo custo de transporte, o que a torna mais conveniente para pequenos empresários; 2) ou com a adição de catalisadores, extensores, *fillers* e fortificantes. Em ambas as maneiras de aplicação o usuário adiciona somente a quantidade de água necessária, sendo a forma preferida pelos artesãos e pequenos marceneiros (MARRA, 1992).

O principal propósito da adição de extensores é a redução de custos. Em alguns casos, a aplicação de extensores (como farinha de trigo) pode contribuir para a adesão por conterem amido; os *fillers* são quimicamente neutros e são empregados para melhorar as propriedades de trabalhabilidade do adesivo (como a viscosidade), ou as propriedades da linha de cola. Grandes quantidades de aditivos reduzem o preço do adesivo, no entanto, reduzem também a qualidade das junções (TSOUMIS, 1991).

4. APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE CHAPAS

Para colagem de madeira e subprodutos são utilizados predominantemente adesivos sintéticos que, pela facilidade de manipulação, além das excelentes propriedades, praticamente substituíram os adesivos naturais usados antigamente (CARNEIRO, 2006). Os adesivos de resinas sintéticos deram novo impulso à indústria madeireira em todo o mundo. Praticamente todos os produtos madeiros importantes, com exceção da madeira simplesmente serrada, levam algum tipo de adesivo em seu processo de fabricação (NEIVA e HELLMEISTER, 1989).

Esta resina pode ser empregada como adesivo sintético formado através de reações de poliadição e policondensação (MENDES, 2004). Segundo Bortoletto et al (2008), a resina ureica é a mais utilizada na indústria de compensados, de aglomerados e de móveis.

Os adesivos à base de ureia-formaldeído são bastante empregados nas indústrias de painéis de madeira e, segundo Roffael e Schneider (1983), 90% das chapas de aglomerado no mundo são produzidas com esta resina. Este adesivo apresenta as seguintes vantagens, segundo Maloney (1993): baixo custo; baixo tempo de reação na prensa quente; fácil manuseio; coloração branca ou incolor; e baixa

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

resistência à umidade. Pizzi (1994) cita outras vantagens: solubilidade inicial em água (o que os torna satisfatórios para produções em grande escala e relativamente baratos); dureza; não são inflamáveis; possuem boas propriedades térmicas; e são de fácil adaptabilidade a uma variedade de condições de cura. Uma grande desvantagem é a liberação de formaldeído, o que acarreta graves problemas à saúde humana. A emissão ocorre devido à razão molecular entre formaldeído e ureia, que varia entre 1,2:1 – 2:1 (TSOUMIS, 1991).

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes, ao CNPq e à Fapemig pelo apoio prestado no desenvolvimento deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. Anuário estatístico 2011: ano base 2010. Brasília, DF: ABRAF, 136p., 2011.

ABRAHÃO, C. P.; VARELLA, C. A. A.; PINTO, F. A. C.; KHOURY JUNIOR, J. K. Quantificação da falha na madeira em juntas coladas utilizando técnicas de visão artificial. Revista Árvore, Viçosa, v.27, n.1, p. 71-78, 2003.

BORTOLLETO, J. G.; GARCIA, N. J. Propriedades de resistência e rigidez a flexão estática de painéis OSB e compensados, 2004.

DUNKY, M. Introduction. In: DUNKY, M. (Ed). Wood adhesion and glued products. COST Action E 13, Dynea: 2001. 161p.

KOLLMANN, F.F.P., KUENZI, E. W., STAMM, A J. Principles of Wood Science and Technology II – Wood Based Materials. Springer-Verlag, New York, 1975. 702 p.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; MORI, C. L. S. O. Colagem da madeira de clones de Eucalyptus com três adesivos comerciais. Scientia Forestalis, Piracicaba, v.36, n.77, p.73-77, 2008.

MALONEY, T. M. Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing. San Francisco: Miller Freeman, 1993. 686 p.

MARRA, A. A. Technology of Wood Bonding Principles in Practice. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992. 454p.

PIZZI, A. Natural Phenolic adhesive I: Tannin. In: Handbook of adhesive technology. Marcel Dekker, New York, 347-358, 1994.

PIZZI, A. Wood adhesives: Chemistry and technology. New York: Marcell Dekker, 1983. 364p.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

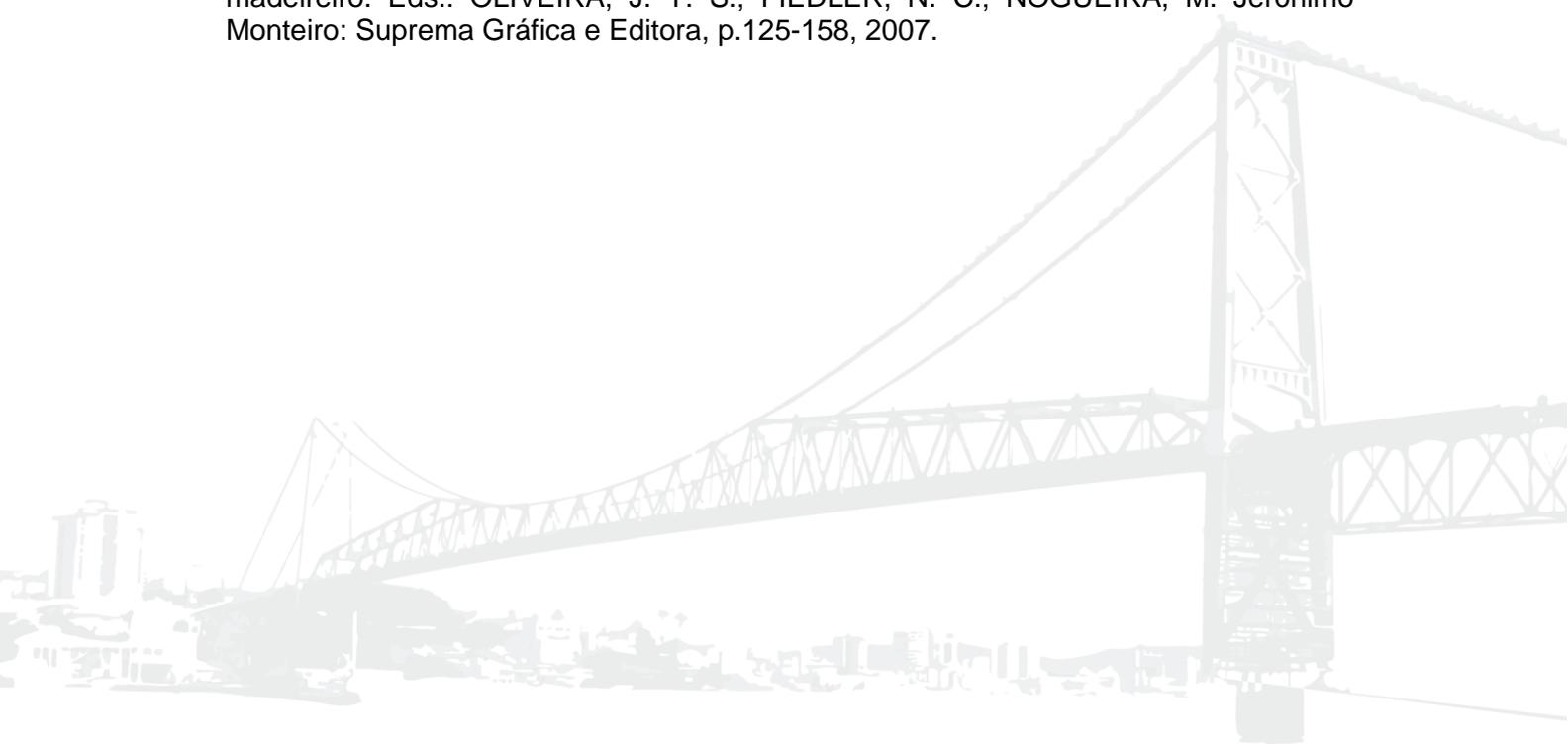
Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

ROCHA, M. P. Técnicas de serrarias. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro. Jerônimo Monteiro: Editora Suprema, 2007. p. 209-270.

ROFFAEL, E.; SCHNEIDER, A. Untersuchungen über den Einflub von Kochsalz als Bindemittelzusatz auf Eigenschaften von Spanplatten. Holz-Zentralblatt 109 (103): 1414-1415. 1983.

TSOUMIS, G. Science and Technology of Wood Structure, Properties, Utilization. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494p.

ZENID, G. J. Madeiras e suas características. In: Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro. Eds.: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, p.125-158, 2007.



REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

