



ADESIVOS PARA MADEIRA



Merielen de Carvalho Lopes*, Carlos Augusto Chinasso

National Starch & Chemical Industrial Ltda

Rua das Carmelitas, 3451, 81730-050, Curitiba/Paraná, merielen.lobes@nstarch.com

RESUMO

A utilização de adesivos para a colagem de madeira remonta séculos de história, partindo dos adesivos naturais até o desenvolvimento dos adesivos sintéticos. Atualmente, o uso dos adesivos poli (acetato de vinila) (PVA) são os mais empregados para a colagem de produtos de maior valor agregado de uso não estrutural, seguidos do adesivo base emulsão polimérica de isocianato (P!), principalmente para pisos de madeira e, por fim os adesivos poliuretanas (P#) estão ganhando mercado para a colagem de madeira com fins estruturais e não estruturais. O presente trabalho apresenta as características dos mais recentes adesivos destinados à colagem de madeira e os principais requerimentos para a aplicação e processo de produção de peças coladas de madeira.

Introdução

A tecnologia de adesivos destinados à colagem de madeira está em crescente evolução devido às demandas ambientais e às exigências de qualidade e resistência do produto final. Atualmente mais de 40% dos produtos derivados da madeira consomem algum tipo de adesivo, devido a crescente substituição da madeira por seus derivados gerando o crescimento no consumo de adesivos sintéticos (A/0 et al., 1, 2).

Destacam-se na produção brasileira de produtos colados de madeira, os adesivos poli (acetato de vinila) destinados à fabricação de elementos de uso não estrutural como painéis colados lateralmente, portas, molduras, entre outros, e recentemente, os adesivos de emulsão polimérica de isocianato e os adesivos poliuretanas, destinados à fabricação de elementos de uso semi estrutural ou estrutural como pisos, vigas laminadas coladas, vigas formato !

A necessidade de aproveitar a madeira de forma mais competitiva com menor desperdício, além das restrições na oferta de madeira sólida, suportaram o crescimento da indústria de produtos colados de madeira, assim como a evolução das resinas ou dos adesivos utilizados.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os mais recentes desenvolvimentos em adesivos para a madeira e os requerimentos necessários para a aplicação e processo de produção de peças coladas de madeira.

Adesivos para a madeira

Histórico

A utilização dos adesivos para madeira remonta séculos de história para as mais diversas aplicações, desde as tumbas dos faraós até a aplicação de moedas góticas em caixas de madeira, estão presentes no passado dos adesivos. A primeira aplicação de adesivo de origem animal (proteína de peixe) foi instalada na primeira metade do século XVIII, e, assim ao longo dos anos seguintes, os adesivos naturais continuaram sua evolução e produção na Europa e, logo nos Estados Unidos, até que em 1861 foi patenteado o primeiro adesivo sintético, base de fenol-formaldeído (>\$??@A00A ># 0B!A CDA@@, 2=+). A partir de 1861, foram desenvolvidos os demais adesivos sintéticos que até hoje são consumidos pelo homem na fabricação de produtos colados de madeira como uréia-formaldeído, resorcinol-formaldeído, melamina-formaldeído, poliuretanas, entre outros.

Esses adesivos podem ser classificados em duas classes: os adesivos naturais e os adesivos sintéticos. No passado, a colagem de madeira foi baseada na utilização dos adesivos naturais de base vegetal ou animal, mas com a evolução, os adesivos sintéticos lideram a produção de produtos reconstituídos de madeira. Esses adesivos sintéticos utilizados na indústria madeireira e moveleira foram desenvolvidos no início do século XX, sendo que sua utilização se destacou a partir da Segunda Guerra Mundial.

Esses adesivos sintéticos podem ser classificados em dois grandes grupos: os adesivos termoplásticos e os adesivos termorrígidos. Os adesivos termoplásticos são adesivos com características reversíveis quando expostos a temperatura, pois amolecem quando aquecidos e, nunca endurecem completamente. Quanto que os adesivos termorrígidos reagem quimicamente a elevadas temperaturas ou a temperatura ambiente e, após esta reação, o adesivo perde propriedades de colagem caso sejam fundidos novamente.

Destacam-se como adesivos termoplásticos os adesivos à base de etileno vinil acetato (EVA), alguns acrílicos, polietileno e polipropileno que curam por resfriamento a temperaturas abaixo de 100°C. As chamadas colas brancas, polietileno vinil acetato (PVA), que curam por perda de solvente as borrachas sintéticas (cimentos de contato) tais como neopreno, silicone, entre outros (JAC ? !0 K PA#? C>!, 1, ,E). Como adesivos termorrígidos os adesivos a base de uréia, fenol, melamina, resorcinol, isocianato, etc.

Princípios da colagem

A maioria dos materiais conhecidos é capaz de produzir uma peça colada, entretanto cada tipo de material apresenta sua característica intrínseca que influencia diretamente na capacidade de adesão entre si e com outros materiais. Logo, a madeira devido a sua natureza porosa, apresenta propriedades relevantes para adesão e, formação de produtos destinados aos mais diversos fins.

O processo de formação da linha de cola estão relacionadas as propriedades de preparação de superfície da madeira, que interferem na atração entre as moléculas do adesivo e da madeira e na porosidade da madeira, logo influenciando a capacidade de absorção do adesivo e, a transformação de fase de um adesivo líquido em um composto sólido dentro da estrutura celular da madeira.

Em relação à madeira, duas das teorias mais importantes são o enganchamento mecânico e a teoria da adsorção. Segundo a teoria do enganchamento mecânico, a penetração do adesivo num substrato poroso leva a formação de ganchos ou entrelaçamento mecânico do adesivo, que se prende nas camadas superficiais após a cura e endurecimento do adesivo. A teoria de adsorção estabelece que a adesão resulta do contato molecular entre dois materiais que desenvolvem forças de atração superficiais (Van Der Waals e 3??A?# .!A, 1, ,M).

Segundo @A / / A (2==1) para a formação de uma linha de cola com boas propriedades de resistência, o adesivo deve executar cinco movimentos básicos

!. Escoamento: o adesivo deve ser capaz de fluir sobre o plano da superfície da madeira ajustando as irregularidades da superfície

!!. Transerência: o adesivo deve ser capaz de atingir as faces da madeira

!!!. Penetração: o adesivo deve penetrar nos poros, nas cavidades intercelulares e nas irregularidades da superfície da madeira

!V. #medecimento: o adesivo deve ser capaz de umectar ou migrar na estrutura submicroscópica, contato entre as moléculas do adesivo e as da madeira

V. Colidificação: o adesivo deve ser capaz de secar através da perda de solvente, polimerização e/ou reticulação e, solidificar, formando a linha de cola.

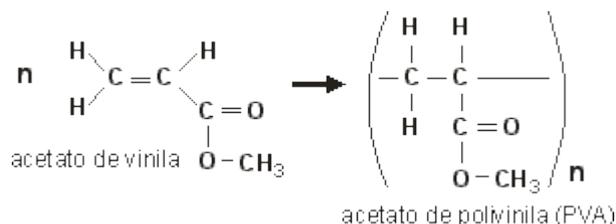
Segundo Orihart (1, , :) a resistência do adesivo é definida mecanicamente como a força necessária para separar os substratos que estão colados. A resistência mecânica é dependente das ligações químicas primárias e secundárias da cadeia do polímero do adesivo, da madeira e da interface madeira/adesivo.

Características dos adesivos poli (acetato de vinila)

Os adesivos base (gua de resina de poli (acetato de vinila) (PVAc), vulgarmente conhecidos como *Hcola branca*, atualmente são os adesivos mais usados pela indústria da madeira e móveis para aplicações de uso interior, e substituíram aos adesivos de base natural como as caseínas.

Silveira e Santos (1995) citam que os adesivos vinílicos são utilizados em colagens não estruturais de substratos em diversos segmentos da indústria moveleira e/ou madeireira, como por exemplo, painéis, laminados plásticos e de madeira, colagem de espiga e cavilha, *Hfinger-joint*, entre outros.

A emulsão de PVAc é formada pela polimerização em (gua de monômeros de vinil, predominantemente monômero de vinil acetato (VA). Os adesivos de poli (acetato de vinila) são produzidos em duas etapas: a primeira consiste em uma reação de oxidação entre etileno e ácido acético para produzir o acetato de vinil, produto líquido transparente e muito inflamável; na segunda etapa, o acetato de vinil é polimerizado em uma emulsão aquosa formando uma dispersão aquosa de poli (acetato de vinila) (PVAc).



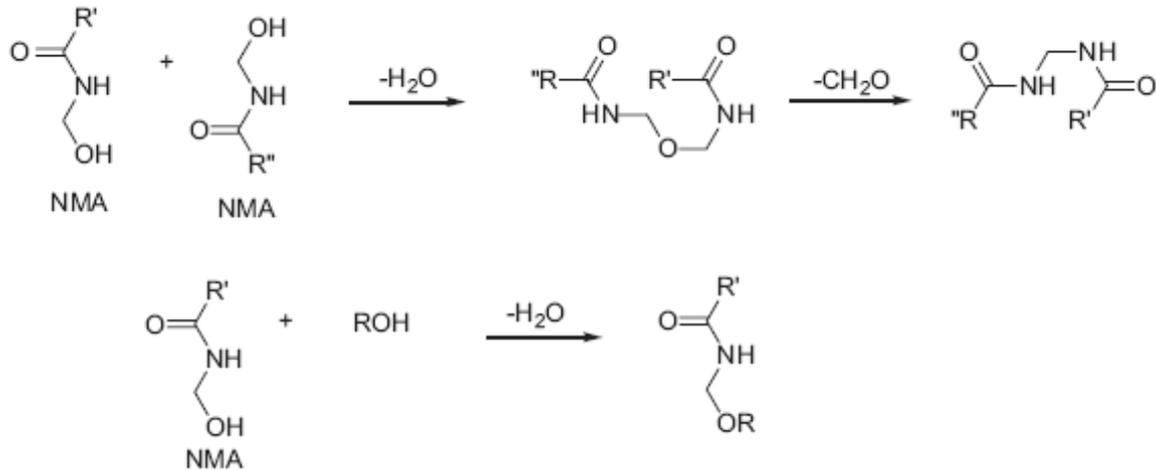
Objetivo: A Polimerização do poli (acetato de vinila) (Silveira, 1995).

Diferentes componentes devem ser normalmente incorporados em um adesivo de base poli (acetato de vinila) para a madeira, pois cada um destes tem uma função específica no produto final, como exemplo, a emulsão PVAc (polímero base) é responsável pela maior proporção da resistência do adesivo; os agentes de ligação, tais como o álcool polivinílico, atua no aumento da resistência e fluência a frio do filme seco; os plastificantes, solventes, material de enchimento, anti-espumante, taquificantes, pigmentos, biocidas e outros aditivos são incorporados de acordo com as características desejáveis ao produto final (Pillay, 2005).

Segundo Armour e Planfield (2000) a quantidade de N-metilacrilamida (NMA) presente em um adesivo de poli (acetato de vinila) oferece significativa influência na durabilidade dos adesivos para a madeira.

Em um estudo realizado por Probst e Orazio (1995) foram demonstradas as possíveis reações de uma unidade de NMA, em um caso como uma ligação cruzada com outra unidade de

O @A ad7acenteA em outro caso, reagindo com um grupo hidro)ilaA neste 6ltimo, essas unidades podem penetrar na madeira e reagir com os grupos hidro)ilas livres ou podem ser adsorvidas nas part#culas super"iciais, o 'ue comprova claramente, 'ue a distribuição das unidades de O @A dentro de um sistema base l(te) pode impactar a durabilidade do adesivo, con"orme é mostrado na Oigura 1.



O!8 # / A 1F ?igaç5es cruzadas potenciais para O @A (9 / \$ R O K O / AB! / , 1 , , +)

3e acordo com . onner (1 , , 2) as emuls5es de resinas PVAc caracterizam4se como l'uidos prontos para uso, muitas vezes são copolimerizados, de cor branca a amarela, 'ue produzem uma linha de cola levemente clara ou transparente, são aplicados diretamente e curam a temperatura ambiente ou em prensas acopladas com radio "re'S*nciaA 'uanto as propriedades "%sico4'u#micas possuem elevada resist*ncia a seco, bai)a resist*ncia a umidade e a temperatura. 3evido & bai)a resist*ncia as condiç5es ambientais deste tipo de adesivo, algumas modi"icaç5es são usadas para melhorar o desempenho, tais como, a adiç5o de outros monPmeros de vinil durante a polimerizaç5o e\ou a adiç5o de agentes de ligaç5es cruzadas (*cross-linking*) 'ue aumentam a rigidez do pol#mero.

J einrich (1 , , 2) cita como vantagens dos adesivos PVAc a praticidade para o uso, um bai)o tempo de processo, "ormam uma uni5o "le)\vel, pouco abrasiva e transparente, s5o "(ceis de limpar e permitem um elevado tempo de armazenagemA como desvantagens s5o termopl(sticos e so"rem "adiga.

Cegundo 9andel (2==2) os adesivos PVAc s5o caracterizados como termopl(sticos por 'ue a pel#cula adesiva apresenta caracter#sticas de reversibilidade t#rmica.

\$s adesivos PVAc devido a sua natureza termopl(stica so"rem a aç5o do meio e, con"orme

Anais da X Semana de Estudos Florestais e I Seminário de Atualização Florestal

as condições de preparação da superfície a ser colada, e do processo de colagem podem resultar em baixa resistência da linha de cola.

Isocianatos e poliuretanos caracterizam os adesivos à base de emulsões do poli (acetato de vinila) com ligações cruzadas, aplicados para painéis de madeira por apresentarem de baixo tempo de montagem, reduzido tempo de prensagem quando comparado com os adesivos à base de uréia formaldeído. Podem curar rapidamente em baixas temperaturas e em condições úmidas podem ser aplicados para uso exterior (adesivo para ambientes com teor de umidade acima de 20%) ou para uso interior (adesivo para ambientes com teor de umidade abaixo de 20%), necessitam de pressão entre 100 e 200 psi, possuem menos de 1% de formaldeído livre.

Características dos adesivos isocianatos

Dados os isocianatos de importância industrial contêm dois ou mais grupos de isocianatos (40 V.V\%) por molécula ($\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2$, 1, 2). São compostos orgânicos descobertos por Stollner, em 1828, aplicados para a formulação de produtos diversos, tais como na obtenção de poliuretanas em geral.

Os adesivos isocianatos podem ser considerados um dos mais recentes desenvolvimentos da tecnologia de colagem da madeira e, como a atual tecnologia apresenta vantagens e desvantagens. O alto custo e a toxicidade do dessa classe de compostos orgânicos são considerados as principais desvantagens do uso de adesivos isocianatos. Entretanto, a reatividade destes grupos orgânicos com a água favorece a cura em condições de elevada umidade e a durabilidade, devido a excelente propriedade de adesão e, a ausência de formaldeído, são vantagens extremamente competitivas no mercado de produtos colados de madeira.

Emulsões poliméricas de isocianato

O poliisocianato de dimetilmetano (MDI) pode ser emulsionado em água, formando uma resina chamada emulsão polimérica de isocianato (PI) ($\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2$, 1, 2), que deve ser ativada pelo uso de um endurecedor ou catalisador. Logo, emulsões poliméricas de isocianato são adesivos bi-componentes, que devem ser misturados antes da aplicação, devido à elevada reatividade o tempo de aplicação deve ser ajustado de acordo com a recomendação do fabricante.

Entretanto podem ser utilizadas em equipamentos tradicionais para colagem de madeira. O uso comercial compreende a colagem de painéis, a colagem de plásticos e superfícies da madeira e a colagem da alma de aço na estrutura do flange de uma viga tipo I.

As vantagens destes adesivos são a elevada resistência & umidade e a possibilidade de colagem de plásticos e substratos não-madeiros, porém o alto custo e a necessidade de mistura são as principais desvantagens (O'Neil & Dyer, 1980).

Adesivos Poliuretanas

Os componentes principais utilizadas na produção de poliuretanas como adesivos para madeira são o pré-polímero de diisocianato (p@3!), disponível nas formas alifáticas ou aromáticas e, um poliálcool na presença de um catalisador, no caso da madeira a água é o catalisador da reação, que reagem formando uma cadeia polimérica.

As poliuretanas são amplamente utilizadas na fabricação de espumas rígidas, flexíveis, elastômeros duros e em adesivos de alto desempenho, assim como para selantes, preservativos e fibras, etc.

A química das poliuretanas é muito versátil, pois são base para produtos mono ou bi-componentes, que reagem quimicamente com a água do ambiente e/ou da madeira, que podem ser rígidos ou flexíveis, destinados a aplicações não-estruturais, semi-estrutural e/ou estrutural.

Na tecnologia de obtenção das poliuretanas existem cinco reações principais dos isocianatos: (2) poliíons formando poliuretanas; (1) amina originando poliuréias; (E) água originando poliuréia e liberando gás carbônico que é o principal agente de expansão nas espumas de PU; (:) grupos uretanos; (:) uréia resultando na formação de ligações cruzadas aloanato e biureto (Villar & Orihart, 1980).

Segundo Orihart (1980) e Villar (1980) um p@3! é representado por um homopolímero, mas precisa da água para ativação, tal fato não é um problema com a madeira, mas pode ser para a colagem de outros substratos. Na Figura E está ilustrado a química da reação do p@3! com a água, que envolve alguns passos:

- O isocianato primeiro reage com a água para formar o ácido carbônico
$$/40 . \$ W J_1 \$ VX /40 J . \$ \$ J$$
- O ácido carbônico instável libera dióxido de carbono para formar uma amina
$$/40 J . \$ \$ J VX /40 J_1 W . \$_1$$
- A amina então reage com outro grupo de isocianato para formar uma uréia
$$/40 J_1 W \$. 04/ VX /40 J . \$ 0 J4/$$
- Algumas das moléculas de uréia reagem, posteriormente, com o isocianato para formar um biureto
$$/40 J . \$ 0 J4/ W /40 J . \$ 0 (. \$ 04/)4/$$

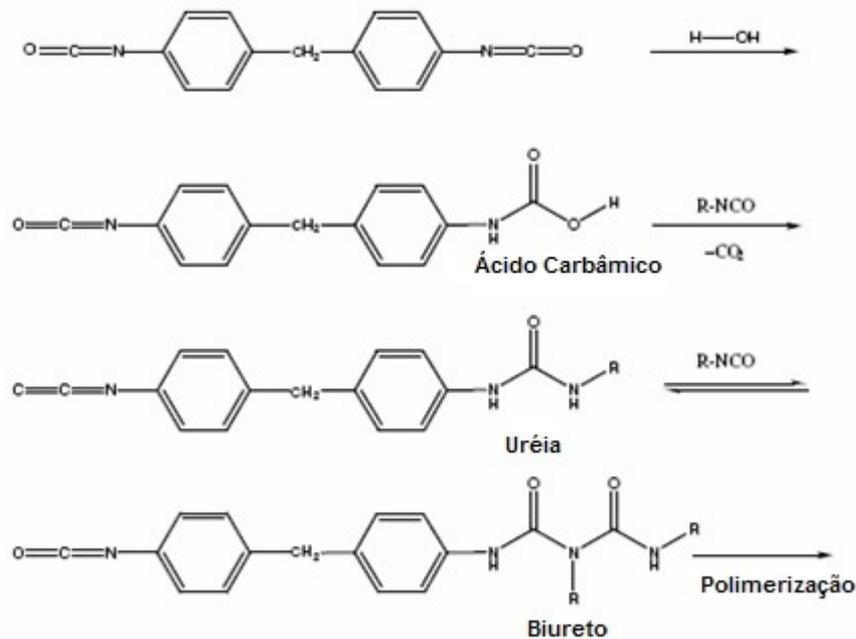


Figura EF / eaq5es do isocianato (Adaptado de O / ! J A / D, 1, , :).

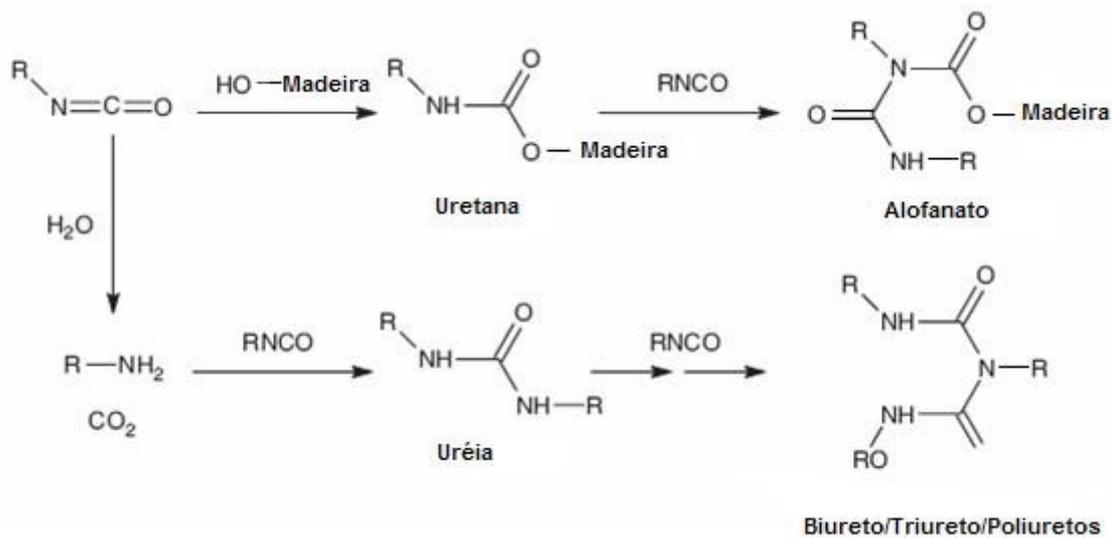
Na indústria de produtos florestais, o adesivo p@3! teve sua primeira aplicação na produção de compósitos particulados de madeira, visto 'ue apresentam cura r(pida, zero emissão de 'ormaldeído e durabilidade &s condições ambientais, estas t*m se destacado neste mercado, sendo considerado o mais recente 'enPmeno nas indústrias da uropa e América do Oorte (R 03? / K O / AB! / , 2==M).

Os adesivos poliuretanas (p@3!) possuem vantagens operacionais e 'ualitativas 'ue compensam o elevado custo. A grande maioria dos compósitos de madeira produzidos usando p@3! são aplicados em construções, nas 'uais a e)ig*ncia de colagem hidroliticamente est(vel é um re'uisito essencial, visto 'ue as propriedades de resist*ncia a umidade associada com alta durabilidade são 'undamentais (8 / # 0 RA? 3, 1, , 2).

Justos *et al.* (1, ,E) citam 'ue os adesivos & base isocianatos como as poliuretanas estão ganhando aceitação na América do Oorte para uma variedade de aplicações estruturais e não4 estruturais. Os adesivos P# / (poliuretanas reativas) o'erecem característicicas interessantes, como elevada resist*ncia da linha de cola e a cura através da e)osição & temperatura ambiente. As colagens obtidas com estes adesivos apresentam resist*ncia & "adiga, & umidade e a tratamentos de e)osição ao calor (PA8 ? K ?# . >@A0, 2=<;, *apud* 9#CD\$C *et al.*, 1, ,E).

Bhou e Orazier (1, ,2) afirmam 'ue os adesivos p@3! usados na indústria de produtos florestais são valorizados, pois apresentam cura r(pida e e)celente desempenho. esse bom desempenho como adesivo para madeira, por muitos anos, 'oi atribuído 'ormaçoão uretLnica com os

grupos hidro)ilas da madeira, porém através de seus estudos com 2E e $^{2:0}$ pela técnica de / @ 0, os adesivos p@ 3! são capazes de "ormar uma ligação uretLnica covalente com a madeira, a 'ual serve para acentuar a durabilidade da linha de cola, como demonstra a Oigura ;.



Oigura ;F / eação generalizada da resina p@ 3! com a madeira (Adaptado de 3 AC *et al.*, 1, ,,+).

Principais variáveis que influenciam na colagem de madeira

A colagem da madeira é considerada, por leigos, um processo simples e "(cil, porém as interaç5es 'ue ocorrem entre o adesivo, a madeira e o processo aplicado & "ormação união são e)tremanente comple)as e, resultam na 'ualidade do produto "inal.

\$ processo de colagem aplicado & "ormação de painéis colados lateral é "onte de in6meras variaç5es, pois além das propriedades da madeira e das caracter%sticas dos adesivos, so"re a in"lu*ncia das m('uinas utilizadas e da capacitação da mão4de4obra e, tais variaç5es podem comprometer positiva ou negativamente a resist*ncia mecLnica da união colada.

3e "orma geral, os principais "atores 'ue in"luenciam no processo de colagem sãoF a preparação da super"%cie, o teor de umidade da madeira, a gramatura, o tempo de montagem, a pressão, o tempo de prensado e as condiç5es ambientais.

Preparação da superfície

A condição da super"%cie da madeira é "undamental para uma boa ligação do adesivo. Ce a super"%cie não "or ade' uadamente preparada, é imposs%vel obter4se um produto colado de boa 'ualid4

dade. Alguns requisitos devem ser observados antes da colagem no momento de preparação da superfície como exemplo as superfícies devem encaixar-se o mais perfeitamente possível, pois a penetração do adesivo na superfície do substrato é de aproximadamente centésimos de milímetros.

As irregularidades de superfície da madeira são depressões e ondulações resultantes da perda de células e também pela daniificação parcial ou total dos elementos anatómicos (D, O, L, S, M).

Quando a superfície de uma ferramenta de corte se torna desgastada e arredondada, ela provoca a obstrução do lúmen das células, local onde o adesivo seria depositado para obter adesão mecânica. Muitas vezes o desgaste é tão acentuado que o fio de corte impedido de cortar atrita intensamente a madeira e esta acaba escurecendo, como se estivesse queimada. Ferramentas que vibram ou que perderam o fio de corte, muitas vezes provocam esmagamento das fibras, resultando em uma superfície pobre para permitir aderência do adesivo.

Teor de umidade da madeira

O teor de umidade da madeira é um importante fator para a colagem de madeira para todos os tipos de adesivos aplicados na indústria da madeira e móveis como os adesivos PVAc e poliuretanas que reagem distintamente em relação ao conteúdo de umidade.

A maioria dos adesivos para madeira não forma uma linha de cola satisfatória em teores de umidade acima de 10%, assim o conteúdo de umidade do substrato, quando da colagem, é um fator muito importante para se obter ligações que apresentem um comportamento adequado em serviço (C, VA, D, S, AC, L, S, M).

Adesivos PVAc são emulsões aquosas e curam com a perda de água, a medida que ocorre a sua evaporação e penetração na madeira. Durante o processo de prensagem, a quantidade de umidade na madeira controla a velocidade de solidificação do adesivo, ou seja, quanto menor o conteúdo de umidade da madeira, maior será a velocidade de solidificação ou cura do adesivo (C, S, P, L, S, M).

De modo geral, o teor de umidade da madeira recomendado para a colagem de adesivos PVAc varia entre 8-21% e, para a colagem com adesivo poliuretano o mínimo é 8%, porém quanto maior o teor de umidade da madeira mais rápido será a reação do adesivo (C, S, P, L, S, M).

Je e Zan (1980) citam que o processo de cura de um polímero de diisocianato de metano diisocianato (MDI) com a madeira é afetado significativamente pela umidade da madeira, pois a reação do isocianato é altamente sensível à água.

Quantidade de adesivo aplicado

A quantidade de adesivo aplicado (geralmente expresso em miligramas de adesivo úmido por metro quadrado da área a ser colada) varia consideravelmente com o tipo de adesivo usado, com o produto a ser colado, a espécie, o teor de umidade da madeira, a temperatura e umidade da área de colagem (COPPIN, 1982).

A gramatura ou quantidade de adesivo aplicado é um importante fator a ser monitorado no processo de colagem da madeira. A quantidade de adesivo recomendada situa-se na faixa de 20 a 110 gramas por metro quadrado de superfície (COPPIN, 1982).

Tempo de montagem

Entende-se como tempo de montagem o período decorrido entre a aplicação do adesivo na superfície da madeira e a aplicação de pressão para a união dos substratos. Tempo em aberto é o tempo entre a aplicação do adesivo e a união das peças, e tempo em fechado é o tempo entre a união das peças e a aplicação de pressão (COPPIN, 1982).

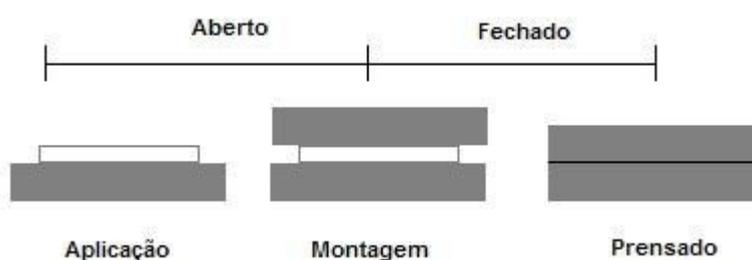


Figura 1: Esquema do tempo de montagem.

O tempo de montagem sofre a influência de alguns fatores como gramatura, teor de umidade da madeira e temperatura do ambiente. Quanto maior a quantidade de adesivo aplicado maior será o tempo de montagem, entretanto quanto menor o teor de umidade da madeira, menor será o tempo de montagem para os adesivos PVAc e maior o tempo de montagem para os adesivos poliuretanos. Em relação a temperatura do ambiente, para os adesivos PVAc em temperaturas altas deve ser reduzido o tempo em aberto, para evitar a pré-cura do adesivo antes da prensagem.

Pressão de colagem

A pressão de colagem é definida como a força necessária para promover a adesão entre os dois substratos, fazendo com que as peças de madeira a serem coladas tenham uma área de contato suficiente para produzir uma linha de cola fina e uniforme, logo promovendo a adesão, com

resistência necessária para manter a união.

Pressões muito altas podem promover uma movimentação excessiva do adesivo fazendo com que ele transborde para a outra da junta colada, enquanto pressões muito baixas podem diminuir a penetração do adesivo pela madeira (D! 0 0 , 1 , ,M).

Tempo de prensagem

O tempo de prensagem varia conforme o equipamento utilizado, de forma geral, encontra-se a disposição das indústrias de painéis colados lateral três tipos de máquinas: prensa fria, prensa quente e prensa tipo alta resistência.

No caso da prensagem dos painéis através de prensa fria, o tempo pode variar de 30 a 60 minutos conforme o tipo de adesivo, condições ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e conteúdo de umidade da madeira) e em função do tipo da madeira, pois madeiras de alta massa específica coladas com adesivos de poli (acetato de vinila) necessitam um tempo de prensagem mínimo de 60 minutos. Para a colagem de madeira com adesivos poliuretanas recomenda-se o uso de prensa fria, pois o tempo de prensagem é dependente das especificações do produto e variam conforme a reação química com a umidade da madeira e do ambiente.

No caso de colagem em prensa tipo alta resistência, o tempo de prensagem varia de 10 segundos a alguns minutos, dependendo da capacidade do gerador, da área total de linhas de cola, do teor de umidade da madeira, da espécie de madeira e da condutividade elétrica do adesivo (D! 0 0 , 1 , ,M).

As prensas quentes geralmente são usadas para a produção de peças laminadas de madeira, entretanto prensas quentes com um único prato podem ser usadas para a colagem lateral e, neste caso o tempo de prensagem varia conforme o tipo de adesivo aplicado e a formação do produto. Por exemplo, no caso de laminação de componentes de portas produzidos com adesivos PVAc, o tempo de prensagem pode variar de 10 a 30 minutos, dependendo da espessura da lâmina de madeira e as condições operacionais da máquina (aplicação do adesivo, montagem das peças e alimentação da prensa).

Condições ambientais

A temperatura da madeira, do adesivo e do ambiente são fatores importantes na determinação da velocidade de secagem.

Para os adesivos PVAc, quando ocorre a perda de água as partículas se unem com força suficiente para formar um filme contínuo. As baixas temperaturas do inverno comprometem a secagem, pois a força de evaporação da água não é suficiente para unir as partículas em uma película

Wood, A. J. **Wood: Adhesives**. Encyclopedia of Materials Science and Technology. Elsevier Science & Technology, #CA, 1, 2, 2+p.

Wood, C. A. **Wood Adhesives**. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering (P@3!) bonds of wood species. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, v. 1+, 1, 2, p. 1: 41:+

Wood, J. A. D. **Wood Adhesion and Adhesives**. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Edited by Roger A. Young. Marcel Dekker, Florida, 1, 2, 1+p.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Wood, J. A. **Wood Adhesion and Adhesives**. Wood Adhesion and Glued Products, *Wood Action* 2E R 8 2, Edited by Roger A. Young, 1, 2, p. 2M2.

Anais da X Semana de Estudos Florestais e I Seminário de Atualização Florestal

Forestalis, n. 1, 2004, p. 42-43.

D! 00, 3. ? da .. **Qualidade da adesão de juntas coladas expostas a condições de serviços externo e interno**. 1, M, M<p. 3 dissertação (@estrado em . i*ncias Ambientais e Olorestais) [Instituto de Olorestas, #0/\, /io de \aneiro.

V! ?A /, R. Yu%mica e tecnologia dos poliuretanos. 3 ispon%vel emF ahttpFNNQQQ.poliuretanas.com.4 brX. Acesso emF , 1N, +N1, , +.

V!DA?, 9. /A @A.! ?, A. da CA 3 ??A ?# .!A, /. @. Yualidade de 7untas coladas com lminas de madeira oriundas de tr*s regi5es do tronco de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, C!O, v.E., n. ;, Viçosa, 1, , M, p. ME+4M; ;.

R 03? /, C. ?A O/AB! /, .. . Dhe e""ects o" cure temperature and time on the isocUanate4 Qood adhesive bondline bU 2:0 .PN@AC 0@/. **International Journal Adhesion & Adhesives**, v.2M, n.E, 2==M, p.2+=42<M.

BJ \$#, GA O/AB! /, .. .

~~func~~

det