

ANA PAULA MENDES TEIXEIRA

**ADESIVOS POLIURETANOS PARA COLAGEM DA MADEIRA DE
EUCALIPTO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal.

Viçosa
Minas Gerais-Brasil
2015

ANA PAULA MENDES TEIXEIRA

**ADESIVOS POLIURETANOS PARA COLAGEM DA MADEIRA DE
EUCALIPTO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal.

Amélia Guimarães Carvalho
(Coorientadora)

Juliana Jerásio Bianche
(Coorientadora)

Angélica de Cássia Oliveira Carneiro
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha mãe Rosângela da Conceição Mendes Teixeira que não mediu esforços para que eu alcançasse os meus objetivos.

Ao meu pai Geraldo Carneiro Teixeira pelo amor incondicional e o incentivo.

Aos meus irmãos Rafael Mendes Teixeira e Joseane Mendes Teixeira pelo companheirismo, amizade e pelo carinho.

À toda a minha família por sempre estarem presente e torcerem por mim.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o curso de Engenharia Florestal.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal pelo auxílio, ensinamentos e disponibilidade.

À professora Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, pela orientação, ensinamentos e amizade.

À Juliana Jerásio Bianche e Amélia Guimarães Carvalho pela coorientação, ensinamentos e pela amizade.

Aos funcionários e toda equipe do Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), pelo auxílio, ensinamentos e amizade.

As minhas amigas que sempre estiveram me apoiando ao longo desta caminhada:
Monique, Letícia, Claudine, Ludmila e Bruna.
À Todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Ana Paula Mendes Teixeira, filha de Rosângela da Conceição Mendes Teixeira e Geraldo Carneiro Teixeira, nasceu em 21 de novembro de 1988, em Ouro Preto, Estado de Minas Gerais.

Concluiu o ensino fundamental na Escola Municipal Tomás Antônio Gonzaga e o ensino médio no Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto atualmente Instituto Federal de Minas Gerais campus Ouro Preto-MG. Onde cursou o ensino médio integrado com o curso Técnico de Mineração.

Em março de 2010 iniciou o Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa, sendo o mesmo concluído em julho de 2015.

SUMÁRIO

EXTRATO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Adesivos Poliuretanos	4
3.2 Processo de colagem	5
3.2.1 Colagem da madeira	5
3.2.2 Teoria de Adesão	6
3.2.3 Propriedades dos adesivos	6
3.2.4 Classificação da linha de cola.....	7
3.4 Resistência e falhas na colagem	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Propriedades dos adesivos.....	10
4.1.1 Viscosidade.....	10
4.1.2 Teor de sólidos.....	11

4.1.3 pH.....	11
4.2 Colagem e avaliação da resistência ao cisalhamento das juntas coladas	11
4.3 Delineamento experimental.....	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
5.1 Propriedades dos adesivos.....	13
5.2 Resistência ao cisalhamento na linha de cola.....	15
5.2.1 Resistência ao cisalhamento: Condição seca	15
5.2.2 Falha na Madeira: Condição seca	17
5.2.3. Resistência ao cisalhamento: Condição úmida.....	18
5.2.4 Falha na Madeira: Condição úmida.....	20
6. CONCLUSÕES	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

EXTRATO

TEIXEIRA, Ana Paula Mendes., Monografia de Graduação, Universidade Federal de Viçosa, junho de 2015. **Adesivos poliuretanos para colagem da madeira de eucalipto.** Orientadora: Angélica de Cassia Oliveira Carneiro. Coorientadoras: Amélia Guimarães Carvalho e Juliana Jerásio Bianche.

Os adesivos de poliuretanos monocomponentes e bicomponentes têm ganhado destaque no mercado devido ao seu menor custo e por estarem apresentando resultados satisfatórios em estudos para a colagem da madeira sólida, quando comparados aos adesivos já consagrados no mercado. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes adesivos poliuretanos na colagem de madeira de eucalipto. A madeira de *Eucalyptus* sp., foi adquirida do comércio local da cidade de Viçosa-MG. Para realização do experimento foram utilizados três tipos de adesivos poliuretanos: o adesivo bicomponente Rescin Adepoly 506 combinado com Biopol ISO popularmente conhecido como adesivo de mamona com relação molar de 2:1 e os adesivos monocomponentes Desmodur XP2665 e Desmodur E26. Utilizou-se três diferentes gramaturas (150, 200 e 250 g/m²). Realizou-se a prensagem das juntas de madeira por um período de 24 horas, sendo utilizada uma prensa manual, totalizando uma pressão de 14 kgf/cm². Após as prensagens, procedeu-se a retirada dos corpos de prova de acordo com a norma NBR 7190/97, que também foi utilizada para determinar a resistência ao cisalhamento na linha de cola e a porcentagem de falha na

madeira, tanto na condição seca quanto na condição úmida. O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com 3 tipos de adesivos e 3 gramaturas, com 3 repetições, totalizando 27 unidades amostrais. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) quando houve efeito dos tratamentos realizou-se o teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software STATISTICA 7.0. De acordo com os resultados, verificou-se que a gramatura dos adesivos não proporcionou um aumento da resistência das juntas coladas, portanto, para uma melhor relação custo/benefício recomenda-se a gramatura de 150 g/m². A mamona apresentou o menor desempenho em todos os testes realizados se comparado aos demais adesivos. A elevada viscosidade do adesivo de mamona ocasionou uma baixa resistência ao cisalhamento na linha de cola e falha na madeira nas condições seca e úmida. O tipo de linha de cola por tipo de adesivo foi normal. Entre os adesivos testados, Desmodur E26 apresentou melhor desempenho, recomenda-se o uso do adesivo Desmodur E26, na gramatura de 150g/m², para a colagem de madeira de eucalipto.

1. INTRODUÇÃO

No processo de colagem da madeira aproximadamente 30% do custo final das peças de produtos laminados e colados advêm dos custos com adesivos tradicionais, e como alternativa para otimizar o processo têm se buscado utilizar adesivos com menor custo, como os adesivos de poliuretanos (PETRAUSKI, 2012).

Segundo Azevedo (2009) os primeiros adesivos de poliuretanos foram criados em 1937, na Alemanha por Otto Bayer, e desde então, os mesmos vem sendo constantemente utilizados. O termo poliuretano (PU) é utilizado para uma classe de materiais poliméricos que contém ligação uretana, são adesivos orgânicos e aplicados em solução (SILVA,2006).

Os poliuretanos dependem de produtos que derivam do petróleo, logo com a crise do petróleo, e atualmente com os efeitos do aquecimento global, viu-se a necessidade de buscar novas alternativas para a produção de adesivos à base de óleo vegetal (BIANCHE,2014).

Em 1940, foi desenvolvido os primeiros adesivos de poliuretano derivado do óleo de mamona, desde então, pesquisas e projetos realizados, vem obtendo resultados satisfatórios em relação à determinação de parâmetros de colagem e resistência (CERCHIARI,2013).

Os adesivos de poliuretanos a base do óleo de mamona têm ganhado destaque no mercado e na indústria de produtos florestais, por apresentarem resistência à umidade, menor custo e não emanarem formaldeído.

Nos processos de confecção de elementos estruturais de madeira, o adesivo mais utilizado é o adesivo resorcinólico, entretanto, o mercado de adesivos com o intuito de minimizar os impactos causados ao meio ambiente e ao homem, e diminuir os custos na colagem, tem buscado novas tecnologias, como o adesivo poliuretano a base de mamona (PETRAUSKI,2012).

São necessários avanços nas pesquisas com adesivos de poliuretanos, na colagem da madeira para que estes adesivos possam competir com os adesivos de uso já consagrado no mercado.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho de diferentes adesivos poliuretanos para colagem de madeira de eucalipto.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar, visualmente, o tipo de linha de cola (normal, faminta, não-ancorada, pré-endurecido), por tipo de adesivo.
- Avaliar o efeito da gramatura e tipo de adesivo poliuretano na resistência ao cisalhamento na linha de cola, condição seca e úmida;
- Avaliar o efeito da gramatura e tipo de adesivo poliuretano no percentual de falha na madeira de juntas coladas, em condição seca e úmida.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Adesivos Poliuretanos

De acordo com Silva (2006), os adesivos de poliuretano (PU) são orgânicos e podem ser aplicados em solução. O termo poliuretano (PU) pode ser aplicado a uma classe de materiais poliméricos que contém ligação uretana, mesmo que existam outras ligações presentes. Além de grupos uretano, pode ocorrer em sua estrutura, hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, grupos éster, éter, amida, uréia, entre outros.

Os adesivos de poliuretanos vêm sendo empregados nas indústrias de produtos florestais por apresentar cura rápida, não emitir formaldeído, devido a alta resistência mecânica e à umidade e por ser manipulados à temperatura ambiente e também em razão do alto custo do adesivo de resorcinol formaldeído que é o adesivo mais empregado para colagem de produtos de madeira (MARRA, 1992; PETRAUSKI, 2012).

Os adesivos de poliuretanos podem ser utilizados em sistema monocomponente ou bicomponente. A formulação monocomponente contém um pré-polímero e a sua cura ocorre pela umidade do ar apresentando os seguintes intermediários de síntese: o poliól, diisocianatos e extensores de cadeia. Já a formulação bicomponente, consiste de um

isocianato que é um pré-polímero com terminação NCO que ao ser misturado a um poliól forma um poliuretano. De acordo com as características do pré-polímero e a composição química do poliól utilizado, tem se características de flexibilidade, rigidez, força intercadeia, interpenetração de segmentos e entrecruzamento molecular (SILVA et al., 2006)

Os adesivos de poliuretano monocomponentes apresentam maior custo e a cura mais lenta sob temperatura ambiente se comparado aos bicomponentes, porém, se os dois componentes não forem misturados de forma adequada, a cura será incompleta. (VILAR, 2002; FRIHART, 2005).

A obtenção de filmes mais rígidos irá ocorrer se houver um excesso de isocianato, em contrapartida, caso haja um excesso de polioliol o adesivo irá apresentar uma maior elasticidade. Quanto maior o teor de ligações cruzadas mais fortes serão as ligações e o adesivo irá apresentar maior resistência à tensão e ao rasgo e uma menor elasticidade (VILAR, 2002).

Os adesivos de poliuretano derivados do óleo de mamona foram criados em 1940, desde então, estudos e projetos vêm sendo frequentemente realizados com resultados satisfatórios relacionados à determinação de parâmetros de colagem e resistência (CERCHIARI, 2013).

Encontrada em regiões tropicais e subtropicais, a *Ricinus communis* popularmente conhecida como mamona é da família das Euforbiáceae e a partir da sua semente é retirado o óleo de rícino e deste é possível sintetizar polióis e pré-polímeros. A propriedade dos polímeros são determinadas pelo peso molecular, forças intermoleculares grau de entrecruzamento, cristalinidade e rigidez dos componentes que compões a cadeia (ARAÚJO, 1992; VILAR, 2002).

3.2 Processo de colagem

3.2.1 Colagem da madeira

Segundo Iwakiri (2005), a colagem de madeiras envolve o conhecimento de três conceitos iniciais que são adesão, adesivo e aderente:

Adesão – fenômeno físico e químico que provê um mecanismo de interação entre superfícies sólidas;

Adesivo – material com propriedades aderentes, isto é, uma substância capaz de manter unidos outros materiais em suas superfícies;

Aderente – termo usado para sólidos (madeira) unidos por adesivos.

De acordo com Jesus (2000) a análise de uma ligação adesiva deve ser feita considerando-se o desempenho do sistema adesivo/aderente. Entre os fatores que influenciam esse sistema estão a solubilidade do adesivo no aderente, a rugosidade do aderente, a penetração do adesivo no aderente, a fluidez e viscosidade do adesivo, a espessura da linha de cola e a pressão aplicada.

3.2.2 Teoria de Adesão

No processo de adesão, os seguintes mecanismos estão envolvidos:

Teoria mecânica: Devido a fluidez do adesivo, este penetra em uma superfície porosa que após a sua cura e enrijecimento, irá formar “ganchos” e se prender nas camadas superficiais da madeira;

Teoria da difusão de polímeros: A adesão irá ocorrer por meio da difusão dos segmentos de cadeias de polímeros a nível molecular;

Teoria da adesão química: A adesão irá ocorrer por meio de ligações, primárias, covalentes ou iônicas e/ou por forças intermoleculares secundárias (GALEMBECK e GANDUR, 2001; IWAKIRI, 2005).

3.2.3 Propriedades dos adesivos

Os adesivos apresentam características que podem influenciar no processo de colagem da madeira. Algumas destas características são: viscosidade, tempo de trabalho, teor de substâncias sólidas e o pH (MARRA, 1992).

A qualidade e a viscosidade do adesivo, o teor de umidade das lâminas e o grau de limpeza da superfície, devem ser levados em consideração no processo de colagem, caso

isso não ocorra, a linha de cola irá apresentar problemas e falhas podem ocorrer no produto final (LIMA et al., 2011)

Uma alta viscosidade dificulta a distribuição uniforme do adesivo na madeira e assim há uma penetração insuficiente, enquanto que adesivos com baixa viscosidade apresentam maior penetração e adsorção. Para uma melhor qualidade da colagem, não é desejável que os valores da viscosidade sejam extremos (ALMEIDA, 2009).

O teor de sólidos está relacionado com a quantidade de sólidos resinosos presentes no adesivo, através dessa propriedade é que se sabe o quanto de adesivo que foi necessário para formar a linha de cola (IWAKIRI, et al., 2005).

De acordo com Almeida (2009), o pH influencia a polimerização da maioria dos adesivos, alguns adesivos irão curar em meio ácido e outros em meio alcalino.

Segundo Stella (2009), o tempo de trabalho está relacionado com a viscosidade máxima admissível do adesivo para a sua aplicação. Sendo este tempo considerado como a vida útil do adesivo, desde a sua preparação até atingir a sua rigidez máxima (ALMEIDA, 2009).

Devido a rápida polimerização, um menor tempo de trabalho irá acarretar em uma maior dificuldade de aplicação e espalhamento do adesivo, e conseqüentemente irá ocorrer uma diminuição da resistência da linha de cola. Entretanto, um tempo de trabalho mais longo irá necessitar de um tempo de presagem maior. (CARNEIRO, 2006).

3.2.4 Classificação da linha de cola

A composição dos adesivos e as condições de colagem influenciam nos movimentos do adesivo na formação da ligação. A linha de cola formada pode ser classificada como: faminta, normal, não ancorada, pré-endurecida. A linha de cola faminta ocorre quando há penetração excessiva e o desaparecimento do adesivo na estrutura porosa da madeira, sendo que o oposto pode ser considerado como uma linha de cola pré-endurecida devido a mobilidade insuficiente do adesivo. A linha de cola é considerada normal quando não há nem o excesso e nem a ausência de adesivo havendo uma movimentação ótima produzindo uma adequada ligação e solidificação do adesivo. A linha de cola não-ancorada ocorre

quando não há a umectação suficiente, mesmo que tenha ocorrido a mobilidade para fluidez, uma certa transferência e penetração (IWAKIRI, 2005).

3.4 Resistência e falhas na colagem

A resistência é a capacidade de um material aguentar esforços que buscam modificar o seu comportamento elástico, causando uma deformação irreversível (NIELSEN, 1998).

De acordo com Frihart (2005), a força capaz de separar os substratos que foram colados é denominada resistência do adesivo. Já a resistência mecânica está relacionada as características químicas do polímero do adesivo, da interface madeira/adesivo e da madeira.

O teste de cisalhamento mede a tensão máxima que um material pode resistir antes da sua ruptura. Este teste é aplicado para analisar a eficácia do adesivo na junção das peças de madeira (CERCHARI, 2013; CARNEIRO, 2010).

É desejável que a superfície da junta colada não apresente defeitos, pois estes reduzem a resistência física e mecânica do material colado. Diversos fatores influenciam na qualidade da colagem sendo estes: a espécie, gramatura, pressão aplicada, temperatura, limpeza da superfície entre outros e independem apenas do adesivo (NASCIMENTO et al., 2001).

A porcentagem de rupturas ou falhas na madeira está relacionada à resistência da linha de cola em comparação a resistência da madeira (PINTO, 2011). A porcentagem de falha da madeira na interface com o adesivo é diretamente relacionada com a resistência de cola em relação à resistência da madeira, ou seja, quanto maior a resistência de cola, maior a porcentagem de falha. (IWAKIRI et al., 2005; DELLA LUCIA e VITAL, 1981).

3.3 Efeito da gramatura

De acordo com Selbo (1975), a quantidade de adesivo utilizado irá depender do tipo de adesivo, do produto a ser colado, espécie, teor de umidade, temperatura e umidade da área que será colada.

Conforme Marra (1992) que estudou a influência da gramatura na colagem, há uma correlação entre a porosidade da madeira e a viscosidade do adesivo, podendo ocorrer diferentes níveis de penetrabilidade nos poros da madeira e como consequência há a formação de linha de cola muito espessa ou faminta.

As madeiras que apresentam poros grandes, dependendo da viscosidade do adesivo vão ter melhor adesão pois irão absorver mais cola. Em lâminas mal torneadas, há uma necessidade de maior gramatura, caso haja a alteração da espessura do material trabalho, deve-se compensar a gramatura (IWAKIRI, 1998).

Em estudos realizados por Petruski (2012) em pórticos de madeira laminada colada de eucalipto, com adesivos de mamona e resorcinol- formaldeído, não foi observado efeitos significativos das gramaturas de 200, 250 e 300 g/m² sobre a resistência das juntas coladas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Utilizou-se madeira de *Eucalyptus* sp., adquirida do comércio local da cidade de Viçosa-MG. As madeiras foram recebidas, em forma de tábuas, e posteriormente seccionadas nas dimensões de 40 cm de comprimento x 5 cm de largura x 2,5 de espessura, em seguida, foram secas em estufa até alcançarem a umidade média de 12%. Para realização do experimento foram utilizados três tipos de adesivos poliuretanos: o adesivo bicomponente Rescin Adepoly 506 combinado com Biopol ISO popularmente conhecido como adesivo de mamona com relação molar de 2:1 proveniente da empresa Poly-Urethane e os adesivos monocomponentes Desmodur XP2665 e Desmodur E26, doados pela empresa Bayer.

4.1 Propriedades dos adesivos

4.1.1 Viscosidade

A norma americana ASTM D 1084-97 (método B), foi utilizada para determinar as viscosidades dos adesivos. O equipamento utilizado foi um viscosímetro de Brookfield (cP), com haste (spindler) número 3, velocidade de 12 rpm e fator de conversão 100, com amostras de aproximadamente 300 mL, em três repetições, para cada adesivo.

4.1.2 Teor de sólidos

O teor de sólidos dos adesivos foi obtido segundo Carneiro (2006), a partir da evaporação da água das amostras que continham 1g de adesivos que foram levados à estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até massa constante.

4.1.3 pH

Para a determinação do pH dos adesivos Desmodur XP2665 e Desmodur E26 foram utilizados cerca de 20g dos adesivos, em três repetições e sendo as leituras feitas em pHmetro digital. A determinação do pH para o adesivo de mamona foi feita utilizando papel indicador universal de pH (0-14) na forma de fita com graduação de 1, com três repetições sendo que a medição foi feita após a mistura do polioliol e isocianato (2:1).

4.1.4 Tempo de trabalho

O tempo de trabalho utilizado foi o adquirido com o fabricante.

4.2 Colagem e avaliação da resistência ao cisalhamento das juntas coladas

A escolha dos sarrafos de eucalipto foi feita considerando a isenção de defeitos visíveis e a proximidade da massa de madeira entre os pares.

Para cada adesivo foi utilizado três gramaturas iguais a 150, 200 e 250 g/m², em face dupla de aplicação, tendo um tempo em aberto de 5 minutos. O Adesivo de mamona foi preparado, segundo orientações do fabricante, em uma relação de resina/polioliol de 2:1. Os adesivos foram aplicado com auxílio de um pincel.

Após a aplicação do adesivo realizou-se a prensagem das juntas de madeira por um período de 24 horas, sendo utilizada uma prensa manual, sendo o controle da pressão realizado por meio de um torquímetro manual a uma pressão de 2,3 kgf/cm² para o fechamento dos parafusos, totalizando uma pressão de 14 kgf/cm². A prensa era composta de três pares de barras rosqueadas em aço para proporcionar uma melhor aplicação da pressão na colagem.

Após as prensagem, procedeu-se a retirada dos corpos de prova de acordo com a norma NBR 7190/97. Para determinar a resistência ao cisalhamento na linha de cola e a porcentagem de falha na madeira, tanto na condição seca quanto na condição úmida, foram utilizados os procedimentos também da norma NBR 7190/97. Na condição úmida os corpos de prova ficaram imersos em água fria($\pm 20^{\circ}\text{C}$) por um período de 24 horas.

Foram obtidas 27 juntas coladas sendo que destas, obteve-se 135 corpos de prova, 90 corpos de prova foram ensaiados na condição seca e 45 na condição úmida.

A área cisalhada, de cada corpo de prova, foi medida com o auxílio de um paquímetro. Os percentuais de falha na madeira foram mensurados com o auxílio de lâminas transparentes quadriculadas, sendo que suas respectivas áreas foram delimitadas em porcentagem.

4.3 Delineamento experimental

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado a esquema fatorial, com 3 tipos de adesivos e 3 gramaturas (150, 200 e 250 g/m²), com 3 repetições, totalizando 27 unidades amostrais.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) quando houve efeito dos tratamentos realizou-se o teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do software STATISTICA 7.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Propriedades dos adesivos

Na tabela 1, estão apresentados os valores médios das propriedades dos adesivos.

Tabela 1-Valores médios das propriedades dos adesivos

Propriedades dos adesivos	Adesivos		
	DesmodurE26	DesmodurXP2665	Mamona
Viscosidade (cp)	1800	5250	>10.000
Teor de sólidos (%)	92,4	85,3	98,8
pH	4,42	6,1	6
Tempo de trabalho (minutos)	50	35	30

*Tempo de trabalho fornecido pelo fabricante

O adesivo Desmodur E26 foi o que apresentou menor viscosidade e conseqüentemente maior facilidade de aplicação e espalhamento na madeira, entretanto o adesivo de mamona apresentou viscosidade muito elevada, dificultando as funções de movimento e mobilidade do adesivo. Segundo Bianche (2014) a viscosidade mais baixa do adesivo está relacionada com o seu melhor espalhamento sobre a madeira, apresentando

melhor penetração do adesivo nas estruturas anatômicas da madeira devido a sua maior fluidez.

Com relação ao teor de sólidos verificou-se que o adesivo de mamona apresentou o maior teor de sólidos e menor tempo de trabalho (Tabela 1), estas mesmas características foram observadas por Bianche (2014). Segundo Marcati e Della Lucia (1996), o teor de sólidos é a propriedade que irá formar a linha de cola, contribuindo para a maior qualidade desta e uma maior adesão entre o adesivo e a madeira. De modo geral, o alto teor de sólidos implica em uma maior quantidade de material sólido, contribuindo para uma melhor qualidade da linha de cola e maior adesão entre a madeira e o adesivo, porém em algumas situações em que a quantidade de adesivo na linha de cola não é suficiente, há a formação de linha de cola faminta ou espessa.

Ao realizar a colagem da madeira a influência do pH da madeira e do adesivo devem ser considerados. O pH do adesivo deve-se manter na faixa de 2,5 a 11, caso esses limites sejam ultrapassados, poderá ocasionar na degradação das fibras da madeira. Verificou-se neste trabalho que o pH dos adesivos Desmodur E26, Desmodur XP2665 e o da Mamona, permaneceram dentro dos limites desejáveis.

O tempo de trabalho utilizado foi o fornecido pelo fabricante dos adesivos, este tempo está relacionado com a preparação do adesivo até que ocorra a sua polimerização, sendo considerado o tempo de vida útil do adesivo em que apresenta sua máxima viscosidade. O adesivo Desmodur E26 apresentou o maior tempo de trabalho quando comparado ao adesivo a base de mamona (Tabela 1). O maior tempo de trabalho permite maior viabilidade de se trabalhar com o adesivo, antes de sua polimerização ou cura. Entretanto, o menor tempo de trabalho verificado para o adesivo de mamona é devido à rápida reação de polimerização entre o polioliol e o isocianato, ocasionando a pré-cura do adesivo, dificultando o espalhamento e a fluidez deste adesivo na madeira. Bianche (2014) encontrou tempo de trabalho para o adesivo de mamona igual a 37 minutos, ao se trabalhar com a proporção polioliol/isocianato (1,5:1). A autora verificou a dificuldade de espalhamento do adesivo de mamona na madeira durante a colagem, fato também verificado neste trabalho. As proporções entre o polioliol e endurecedor (isocianato), determinam a rigidez ou elasticidade da linha de cola formada, e irão facilitar ou dificultar o espalhamento do

adesivo na madeira. Um excesso de isocianato leva à obtenção de uma linha de cola mais rígida, enquanto um excesso de poliol resulta em linha de cola mais elástica (VILAR, 2002).

Neste trabalho, o tipo de linha de cola pode ser considerado normal, pois não se verificou, visualmente o excesso e nem a ausência de adesivo na linha de cola, independente da gramatura.

5.2 Resistência ao cisalhamento na linha de cola

5.2.1 Resistência ao cisalhamento: Condição seca

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da madeira de eucalipto, na condição seca, em função da gramatura e tipo de adesivo.

Tabela 2 - Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da madeira de eucalipto, na condição seca, em função da gramatura e tipo de adesivo

Gramatura (g/m ²)	Adesivos			Média
	Mamona	Desmodur XP2665	Desmodur E26	
150	5,40 Ab	13,44 Aa	12,38 Aa	10,4
200	4,62 Ac	9,04 Bb	11,92 Aa	8,5
250	4,16 Ab	12,24 Aa	11,92 Aa	9,4
Média	4,7	11,6	12,1	9,4

Médias ao longo das linhas seguidas de mesmas letras minúsculas e ao longo das colunas seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($\alpha=0,05$) pelo teste Tukey.

A interação entre gramatura e o tipo de adesivo foi significativa, para a resistência ao cisalhamento na linha de cola e não houve efeitos isolados do tipo de adesivo e gramatura utilizados.

Observou-se que o Adesivo Desmodur E26 foi o que apresentou os maiores resultados de resistência ao cisalhamento na condição seca. Maiores valores de resistência com adesivos monocomponentes também foram observados em pesquisas realizadas por

Silva et al. (2006), com a madeira da espécie *Pinus caribae* que foi utilizada para avaliar a viabilidade da produção de painéis MDF, apresentando os melhores resultados das propriedades físicas e mecânicas em relação aos adesivos bicomponentes derivados do óleo de mamona.

Como pode ser observado na tabela 2, o adesivo de mamona apresentou menores valores de resistência ao cisalhamento na condição seca, isso se deve provavelmente a alta pré-polimerização, ou seja, rápida reação entre o polioliol e o isocianato, ocasionando uma alta viscosidade. Em estudo realizado por Jesus (2000) com adesivo à base de óleo de mamona, bicomponente, na proporção de 1:1, observou-se que com o aumento da viscosidade, o tempo de trabalho foi de 20 minutos, dificultando a aplicação do adesivo em estruturas de madeira laminada colada. Em pesquisas realizadas por Beraldo e Dias (2008), o desempenho do adesivo de mamona foi inferior e estes pesquisadores não recomendaram o uso do adesivo de mamona, com razão de mistura superior a 1,5:1 de polioliol/isocianato.

Neste trabalho a proporção utilizada foi de 2:1 de polioliol/isocianato e pode ter influenciado nos menores valores de resistência encontrado para o adesivo de mamona, uma vez que quanto maior a relação molar polioliol/isocianato, mais flexível a linha de cola. diferentemente do que os autores citados anteriormente recomendaram, diante disso, esta relação molar pode justificar o baixo desempenho do adesivo de mamona. Entretanto, em estudos realizados por Bianche (2014) com adesivo à base de óleo de mamona, bicomponente, na proporção de 1,5:1, este adesivo apresentou os maiores valores de resistência, provavelmente este comportamento está relacionado com a reação de compostos hidroxilados com isocianatos. Morais (2008) também obteve resultados satisfatórios com os adesivos bicomponente de mamona, observando que estes apresentam potencial para a produção dos painéis compensados de *Pinus sp.*

Observa-se que as juntas de madeira coladas com a gramatura de 150 g/m² foram as que apresentaram os maiores valores médios de resistência ao cisalhamento na condição seca. A diminuição na quantidade de adesivo utilizado é de extrema importância para a redução de custos com adesivos, principalmente porque os gastos com adesivos são o que mais influenciam no custo final do produto colado. O adesivo resorcinol formaldeído é um dos mais aplicado em estruturas, porém devido ao seu alto custo, está abrindo novos

mercados para a utilização de adesivos poliuretanos, diante disso, bons resultados com estes adesivos favorecem a abertura destes para o mercado consumidor.

Apesar dos adesivos de poliuretano apresentar vantagens em relação as suas propriedades de adesão e resistência mecânica, estes adesivos apresentam como desvantagem alta toxicidade, sendo necessário cuidado no manuseio e na aplicação no processo de colagem de madeira, devido a emissão de gases tóxicos, entretanto adesivos poliuretanos derivados de fontes renováveis não apresentam este problema.

5.2.2 Falha na Madeira: Condição seca

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios para falha na madeira de eucalipto, respectivamente, na condição seca, em função da gramatura e tipo de adesivo.

Tabela 3- Valores médios de falha (%) na madeira de eucalipto, condição seca, em função da gramatura e tipo de adesivo

Gramatura (g/m ²)	Adesivos			Média
	Mamona	Desmodur XP2665	Desmodur E26	
150	7,20 Ab	85,60 Aa	60,60 Aa	51,13
200	0,60 Ac	26,10 Bb	51,10 Aa	25,93
250	3,30 Ab	63,30 Aa	48,30 Aa	38,30
Média	3,70	58,33	53,33	38,45

Médias ao longo das linhas seguidas de mesmas letras minúsculas e ao longo das colunas seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($\alpha=0,05$) pelo teste Tukey.

A interação entre gramatura e o tipo de adesivo foi significativa para a falha na madeira, na condição seca e não houveram efeitos isolados do adesivo e da gramatura.

Observa-se que os adesivos Desmodur XP2665 e Desmodur E26 apresentaram os maiores percentuais de falha na madeira. Este fato pode ser atribuído, provavelmente, a menor viscosidade destes adesivos em relação à mamona, o que permitiu no processo de colagem, melhor espalhamento do adesivo, facilitando a fluidez e penetração na madeira, contribuindo desta forma para a melhor adesão na linha de cola.

Segundo Cerchiari (2013), o adesivo apresenta bom desempenho quando ocorre a

falha na madeira, pois evidencia que o plano de cola teve um comportamento mecânico igual ao da madeira maciça, este comportamento pode ser observado para os adesivos Desmodur XP2665 e Desmodur E26, porém não foi observado para o adesivo de mamona.

Neste trabalho, a alta viscosidade do adesivo de mamona acarretou na maior dificuldade do espalhamento do adesivo sobre a madeira comprometendo a ligação adesiva justificando a sua baixa resistência e o seu baixo percentual de falha da madeira das juntas coladas. Este fato também foi verificado em estudos realizados por Bianche (2014) em que a viscosidade do adesivo de mamona e a rápida relação entre o poliol e o endurecedor (isocianato) influenciaram nos menores percentuais de falha obtidos. A rápida reação entre o poliol e o isocianato provavelmente ocasionou pré-cura do adesivo e este não migrou para o interior da madeira ocorrendo cura incompleta do adesivo conforme também foi observado por Frihart (2005).

Observa-se que as juntas de madeira coladas com a gramatura de 150 g/m² foram as que apresentaram os maiores percentuais de falha na madeira na condição seca. Diferentemente do que foi encontrado neste trabalho, em estudos realizados por Bianche (2014) o adesivo a base de mamona, apresentou maiores percentuais de falha na madeira quando foi utilizado uma gramatura de 200 g/m² sendo que estes resultados podem estar relacionados com as ligações químicas entre o poliol e o isocianato e ao enganchamento mecânico do adesivo. Petruski (2012) utilizando adesivos à base de mamona na construção de pórticos em madeira laminada colada com a proporção entre componentes de 1,32, observou que a quantidade de 300 g/m² seria a mais adequada.

5.2.3. Resistência ao cisalhamento: Condição úmida

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) na linha de cola, condição úmida, da madeira de eucalipto, em função da gramatura e tipo de adesivo.

Tabela 4- Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) na linha de cola da madeira de eucalipto, condição úmida, em função da gramatura e tipo de adesivo

Gramatura (g/m ²)	Adesivos			Média
	Mamona	Desmodur XP2665	Desmodur E26	
150	2,06 Ab	10,74 Aa	12,25 Aa	8,35
200	1,94 Ac	7,27 Ab	10,46 Aa	6,56
250	1,32 Ab	9,99 Aa	10,92 Aa	7,41
Média	1,78	9,33	11,21	7,44

Médias ao longo das linhas seguidas de mesmas letras minúsculas e ao longo das colunas seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($\alpha=0,05$) pelo teste Tukey.

A interação entre gramatura e o tipo de adesivo foi significativa para a resistência ao cisalhamento na linha de cola em condição úmida e não houve efeitos isolados do adesivo e gramatura utilizados neste trabalho.

Observa-se que o adesivo Desmodur E26 apresentou os maiores resultados de resistência ao cisalhamento na condição úmida e o adesivo de mamona os menores resultados. De acordo com Pagel et al. (1984), os adesivos de poliuretano apresentam alta resistência na linha de cola e as colagens realizadas com estes adesivos apresentam alta resistência à umidade, neste trabalho este comportamento pode ser observado tanto com o Desmodur E26 quanto com Desmodur XP2665, porém não foi observado para o adesivo de mamona. Este comportamento para o adesivo de mamona não era esperado, pois este adesivo apresentou o maior teor de sólidos o que implicaria em uma melhor qualidade da linha de cola e ocasionaria uma melhor adesão entre a madeira e o adesivo, porém em algumas situações a quantidade de adesivo na linha de cola não é suficiente o que provavelmente justifica a baixa resistência encontrada. Entretanto, em estudos realizados por Bianche (2014), os adesivos de mamona apresentaram maiores valores de resistências ao cisalhamento na linha de colda da madeira na condição úmida.

Observa-se que as juntas de madeira coladas com a gramatura de 150 g/m² foram as que apresentaram os maiores valores médios de resistência ao cisalhamento na condição úmida. Quando comparamos com a condição seca, para a gramatura de 150 g/m² os adesivos de mamona, Desmodur XP2665 e Desmodur E26 na condição úmida,

respectivamente perderam, 71,39; 20,09 e 1,06 % de resistência ao cisalhamento.

5.2.4 Falha na Madeira: Condição úmida

Na Tabela 5 estão apresentados os percentuais médios de falha nas madeiras de eucalipto, respectivamente, na condição úmida, em função da gramatura e tipo de adesivo.

Tabela 5- Valores percentuais de falha na madeira de eucalipto, condição úmida, em função da gramatura e tipo de adesivo

Gramatura (g/m ²)	Adesivos			Média
	Mamona	Desmodur XP2665	Desmodur E26	
150	0 Ac	45 Ab	68,30 Aa	37,77
200	0 Aa	9,2 Bab	45,80 Ba	18,33
250	0 Ab	53,30 Aa	68,30 Aa	40,53
Média	0,00	35,83	60,80	32,21

Médias ao longo das linhas seguidas de mesmas letras minúsculas e ao longo das colunas seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($\alpha=0,05$) pelo teste Tukey.

Observou-se para a falha na madeira, condição úmida, que houve interação significativa entre o adesivo e a gramatura. Não houveram efeitos isolados do tipo de adesivo e gramatura.

O adesivo Desmodur E26, foi o que apresentou maiores percentuais de falha na madeira, provavelmente devido a sua baixa viscosidade. Segundo Sebenik e Krajnc (2007), os adesivos de poliuretanos fazem ligações de hidrogênio com alguns substratos e por apresentarem baixa viscosidade, apresentam bom desempenho penetrando nos poros e formando ligações covalentes. Neste trabalho, este comportamento não foi observado para a mamona que apresentou os menores percentuais de falha na madeira, este adesivo apresentou viscosidade elevada o que provavelmente ocasionou baixa resistência ao cisalhamento e baixo percentual de falha na madeira. Este fato não era esperado, pois a principal característica dos adesivos poliuretanos é a elevada resistência à umidade.

Provavelmente ocorreu uma pré-cura do adesivo durante o processo de colagem, comprometendo as funções de movimento e mobilidade do adesivo na madeira, ou seja, a fluidez, penetração, transferência, umectação e solidificação do adesivo de mamona. Em estudos realizados Bianche (2014) também obteve os menores resultados para falha na madeira na condição úmida, segundo a autora este fato pode estar relacionado com a alta viscosidade do adesivo ocasionando uma baixa fluidez, comprometendo a ligação adesiva. Beraldo e Dias (2008), verificaram um desempenho inferior do adesivo de mamona e recomendaram o uso desse adesivo na proporção de 1,5:1(poliol:isocianato). Ladeira et al. (2013) observaram que para falha na madeira na condição úmida, o adesivo de mamona também obteve resultados inferiores.

Observa-se que as juntas de madeira coladas com a gramatura de 150 g/m² foram as que apresentaram os maiores percentuais de falha na madeira na condição úmida para os adesivos Desmodur E26 e Desmodur XP2665.

6. CONCLUSÕES

A gramatura dos adesivos não proporcionou um aumento da resistência das juntas coladas, portanto, para uma melhor relação custo/benefício recomenda-se a gramatura de 150 g/m².

A mamona apresentou o menor desempenho em todos os testes realizados se comparado aos demais adesivos. A elevada viscosidade do adesivo de mamona ocasionou uma baixa resistência ao cisalhamento na linha de cola e falha na madeira nas condições seca e úmida. O tipo de linha de cola por tipo de adesivo foi normal.

Entre os adesivos testados, Desmodur E26 apresentou melhor desempenho, recomenda-se o uso do adesivo Desmodur E26, na gramatura de 150g/m², para a colagem de madeira de eucalipto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190-
Cisalhamento na lâmina de cola. Rio de Janeiro, 1997. 69p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS- **ASTM. D 1084-97:**
Standard Test Methods for Viscosity of Adhesives. 1998

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS -ASTM. **Annual book of ASTM**
standards. Section 20. Volume 15.06 – Adhesives. West Coshohocken, 2000. 600 p.

ALMEIDA.V.C. **Efeito da adição de cargase extensor nas propriedades do adesivo**
uréia formaldeído e dos componentes de pinus e paricá. 2009. 75p. Dissertação
(Mestrado em Ciências Florestal)-Universidade Federal de Viçosa.Viçosa,MG,2009.

AZEVEDO, E.C.de. **Efeito da radiação nas propriedades mecânicas do adesivo de**
poliuretana derivado do óleo de mamona. 2009,134p. Tese (Doutorado em Ciência e
Engenharia de Materiais)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

ARAÚJO, L.C.R. **Caracterização química, térmica e mecânica de poliuretanas elastoméricas baseadas em materiais oleoquímicos.** 1992. São Carlos. Dissertação (Mestrado). Instituto de Física e Química de São Carlos - IQSC. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 1992. 105p.

BIANCHE, J.J. **Interface madeira-adesivo e resistência de juntas coladas com diferentes adesivos e gramatura.** 2014, 1-10p. Tese (Obtenção do título de *Doctor Scientiae*, pelo programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

BERALDO, D.D.; DIAS, A.A. Avaliação do adesivo poliuretano à base de óleo de mamona sob diferentes condições de umidade em ensaios de resistências de emendas dentadas. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira, 11. **Anais...** Londrina, PR. 2008. CD-ROM

CARNEIRO, A. C. O. **Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de Eucalyptus grandis w. hill ex maiden e Anadenanthera peregrina spg., nas propriedades dos adesivos.** 2006, 182 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

CARNEIRO, R.P. **Colagem de junta de madeira com adesivo epóxi.** 2010, 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

CERCHIARI, A.M.F. **Aprimoramento do poliuretano a base de óleo de mamona na manufatura de Madeira Laminada Colada (MLC) de *Cupressus lusitânica*, *Corymbia maculata* e *Hevea brasiliensis*.** 2013,29-31p. Tese (Mestrado em Ciências, programa: Recursos Florestais. Opção em: Tecnologia de Produtos Florestais)- Universidade de São Paulo- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2013.

DELLA LUCIA, R. M.; VITAL, B. R. **Avaliação da qualidade de juntas coladas de madeira de três espécies de Eucalyptus.** Revista *Árvore*, v. 5, n. 2, 1981. p. 172-180

FRIHART, C. R. **Wood adhesion and adhesives. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites.** Editado por Roger M. Rowell. Boca Raton: CRC Prews,2005.

GALEMBECK, F.; GANDUR, M. C. **Cientistas explicam o fenômeno da adesão.** Química e Derivados. v. 393, p. 24-32. 2001.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira.** Curitiba: FUPEF/Série didática no1/98, 1998. 128p.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: Fupef. 2005. 254p.

IWAKIRI, S.; KEINERT, JR.S.; MENDES,L.M. **Painéis de madeira de compensada.**

In: IWAKIRI, S. Painéis de madeira reconstituída. Curitiba. Fupef. 2005. 254p.

JESUS, J.M.H. **Estudo do adesivo poliuretano à base de mamona em madeira laminada colada (MLC).** 2000. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos – EESC - Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2000.

LIMA, N.N.; PIO, N.S.; CUNHA, U.S.da.; LUCAS FILHO, F.C.; BARBOSA FILHO,J. **Influência da gramatura na resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento em painéis compensados de Copaifera duckei Dawyer e Eperua oleifera Ducke.** Acta Amazonica. v.41(1). 2011.p 83-90.

MARCATI, C.R.; DELLA LUCIA, R.M. **Comportamento do angico-vermelho (*Piptadenia peregrina benth.*) à adesão com PVA (acetato de polivinila) e resorcinol formaldeído.** Revista *Cerne*, Lavras v.2, n.1, 1996.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding – principles in practice**. New York, VanNostrand Reinhold. 1992. p 453.

MORAIS, R.D.V. Produção e caracterização físico-mecânica do painel de compensado de *Pinus sp* produzido com resina poliuretana b-componente. 2008. 74p. **Monografia**. Engenharia Industrial Madeireira. Faculdade Campus Itapeva. Universidade Federal Paulistana, Itapeva, SP, 2008.

NASCIMENTO, A. M.; DELLA LUCCIA, R. M.; VITAL, B. R. **Colagem de emendas biseladas em madeiras de Pinus spp. e Eucalyptus citriodora**. *Revista Floresta e Ambiente*. Rio de Janeiro, v. 8. 2001. p. 44-51.

NIELSEN, I. R. **Avaliação da madeira comercial do híbrido de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* na confecção de vigas laminadas coladas**. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias –Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1998.

PAGEL, H.F.; LUCKMANN, E.R. A new isocyanate containing wood adhesive. *Journal of Applied Polymer Science*, v.40. Nova York: John Wiley & Sons, 1984. p 191-202.

PETRAUSKI, S.M.F.C. **Desenvolvimento de pórticos de madeira laminada colada de eucalipto, utilizando adesivos à base de resorcinol e óleo de mamona**. 2012, 139 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

PINTO, J.A. **Análise da viabilidade do uso da madeira de “*Cryptomeria japonica*” para laminação e produção de painéis compensado**. 2011. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SEBENIK, U.; KRAJNC, M., **Influence of the soft segment length and content in the synthesis and properties of isocyanate – terminated urethane prepolymers.** International Adhesion & Adhesives, 27, 527-535, 2007.

SELBO, M. L. **Adhesive Bonding of wood. Technical Bulletin. n° 1512.** U. S. Department of Agriculture. Forest Service. Washington D.C. 1975.

SILVA, B.B.R. **Desenvolvimento de adesivos de poliuretano à base de óleo de mamona.** 2006,9-11p. Tese (Mestrado em Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul,2006.

SILVA, A.L.D; MARTINEZ, J.M.M; BORDADO, J.C.M., **Influence of the free isocyanate content the adhesives of reactive trifunctional polyether urethane quasi-prepolymers.** International journal of Adhesion and Adhesives. v.26. n.5 . august 2006. p.355-62.

SILVA, S.A.M. da.; CHRISTOFORO, A.L.; PANZERA. T.H; LAHR, F.A.R. Painéis de MDF produzidos com resina poliuretana à base de óleo de mamona. **Vértices.** Campos de Goytacazes-RJ. V.15. n.1. Jan/abr.2013. p.7-20.

STELLA, J.C. A influência de variáveis do ciclo de presagem e gramatura de cola nas propriedades mecânicas de compensados de paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Monografia** apresentada ao curso de Graduação em Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

VILAR, W.D. **Química e tecnologia dos poliuretanos**, 3 ed., Vilar Consultoria, 2002. Disponível em:< <http://www.poliuretanos.com.br>>.