

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
CENTRO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA



Trabalho de Conclusão de Curso

**QUALIDADE DE JUNTAS COLADAS COM MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*) ORIUNDA DA REGIÃO DE CÁCERES – MT**

**Caroline Coelho da Silva**

Pelotas, 2013

**Caroline Coelho da Silva**

**QUALIDADE DE JUNTAS COLADAS COM MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*) ORIUNDA DA REGIÃO DE CÁCERES – MT**

Trabalho Acadêmico apresentado ao Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Érika da Silva Ferreira

Pelotas, 2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA**

A comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia de conclusão

**QUALIDADE DE JUNTAS COLADAS COM MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*) ORIUNDA DA REGIÃO DE CÁCERES – MT**

Elaborado por

Caroline Coelho da Silva

como requisito parcial para a obtenção do título de  
**Engenheiro Industrial Madeireiro**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Érika da Silva Ferreira Dr<sup>a</sup>. (Orientadora)

---

Prof. Dr. Leonardo da Silva Oliveira (1<sup>o</sup> examinador)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Pedrazzi (2<sup>o</sup> examinador)

Pelotas, 15 de março de 2013.

*Aos meus amados pais:*

*Zelda e Antônio.*

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a minha mãe, Zelda, pois foi a pessoa que sempre me incentivou nos meus estudos. Agradeço imensamente a ela e ao meu pai Antônio, por todas as renúncias, orações e mão estendida, para que eu concluísse mais essa etapa em minha vida, minha graduação.

Agradeço a força maior, e ao meu anjo da guarda, que prova a todo o momento sua presença.

Agradeço a minha dinda Maria Helena, minha conselheira, amiga e segunda mãe, por sempre me acalmar, me dar uma visão mais tranquila dos problemas, e por ter abraçado esse objetivo junto comigo.

Agradeço a minha orientadora e amiga, Profa Érika da Silva Ferreira, por acreditar e ajudar não só neste projeto, mais no meu potencial de aluna e na minha carreira profissional.

Agradeço imensamente ao Sr. Rubens Coutinho e a FLORESTECA por ceder todo o material para este trabalho, sem eles o desejo de trabalhar com Teca não seria possível.

Agradeço ao curso de Engenharia Industrial Madeireira e a Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade do conhecimento e convívio estudantil.

Agradeço ao Prof. Leonardo Oliveira, professor amigo, em que tive oportunidade de trabalhar em projetos de extensão e graduação.

Agradeço a Cristiane, laboratorista do LAPAM, e aos alunos Katiucia e Getúlio, pela ajuda e disponibilidade de tempo para que este projeto fosse concluído.

Agradeço a empresa em que trabalho, Estaleiro Atlântico Sul e ao meu chefe direto, Eng. João Freire Neto, pela compreensão e ajuda durante esse processo de aprendizado.

Agradeço aos meus colegas da turma de 2008, pelo coleguismo que se tornou amizade.

Agradeço aos meus amigos, Carolina e Bruno, pelas tardes e noites de estudo, pela torcida, pelas minhas melhores risadas, pela nossa amizade.

## Resumo

SILVA, Caroline Coelho da. **Qualidade de juntas coladas com madeira de teca (*Tectona grandis*) oriunda da região de Cáceres – MT.** 2013. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Engenharias. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Atualmente, o emprego da madeira dentro do setor industrial encontra diversificadas aplicações em virtude de sua qualidade tecnológica, bem como de sua trabalhabilidade e economia. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade de juntas coladas com madeira de teca (*Tectona grandis*), em diferentes idades, oriunda da região de Cáceres – MT. Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizadas duas tábuas (26mm X 65mm x 2,25m) para a caracterização química da espécie e três tábuas da madeira de teca para determinação das propriedades físicas e realização do processo de colagem, em cada idade investigada (10 e 14 anos). As propriedades químicas da madeira de teca foram avaliadas por meio da solubilidade em água fria e água quente (TAPPI 207 cm – 1993) e pH. O processo de colagem das juntas de madeira sólida e a resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola foram determinados de acordo com as especificações da norma ASTM D 905 (2003). Com relação aos resultados encontrados, todos os teores de extrativos observados para as análises de solubilidade em água fria, solubilidade em água quente e valor pH da teca aos 14 anos de idade foram superiores à teca com 10 anos. Para a resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola, a madeira de teca com 10 anos apresentou melhor desempenho em relação a madeira de teca aos 14 anos de idade. De modo geral, pode-se concluir que a madeira de teca, nas duas idades avaliadas, apresentou resultados satisfatórios para cada uma das propriedades estudadas.

**Palavras - chave:** *Tectona grandis*. Propriedades químicas. Madeira Sólida. Colagem.

## Abstract

SILVA, Caroline Coelho da. SILVA. **Quality of bonded joints with teakwood (*Tectona grandis*) from Cáceres – MT**. 2013. 61f. Completion of Grade – Centro de Engenharias. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Currently, the use of wood in the industrial sector is a diverse range of applications and uses, due to its technological quality as well as its workability and economy. In this context, this study aimed to analyze the quality of bonded joints with teakwood (*Tectona grandis*) from Cáceres – MT, at different ages. To develop this study, were used two teak boards (26mm x 65mm x 2,25m) for the chemical characterization and three boards of teakwood for determination of physical properties and achievement of the bonding process, in each age investigated (10 and 14 years). The chemical properties of teak were evaluated by cold and hot water solubility (TAPPI 207 cm - 1993) and pH. The process of gluing solid wood joints and the strength of adhesive bonds in shear by compression loading were determined according to the specifications of ASTM D 905 (2003). Regarding the results, all the contents of extractives found for the analysis of cold water solubility, soluble in hot water and pH theca to 14 years of age were superior to 10 years teak. For the strength of adhesive bonds in shear by compression loading, the teakwood with 10 years showed better performance compared to teak wood to 14 years old. In general, it can conclude that the teak wood, the two ages tested, with satisfactory results for each of the properties studied.

**Keywords:** *Tectona grandis*. Chemical Properties. Solid Wood. Adhesive bond.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Plantação de <i>Tectona grandis</i> no Panamá. ....	15
Figura 2: Principais produtores de teca em 2010. ....	16
Figura 3: Produção de teca no Brasil em 2011. ....	17
Figura 4: Distribuição da teca no Brasil. ....	17
Figura 5: Fluxograma da cadeia produtiva da teca. ....	18
Figura 6: Mesa confeccionada com madeira juvenil de teca. ....	19
Figura 7: Embarcação com madeira de teca. ....	19
Figura 8: Porta (A) e Tábuas (B) fabricados com madeira de teca. ....	20
Figura 9: Mesas e cadeiras de alta qualidade confeccionadas com madeira de teca. ....	20
Figura 10: Distribuição da utilização da madeira de teca em 2011. ....	21
Figura 11: Elos de conexão entre dois adesivos e dois substratos de madeira, sendo: 1-filme de adesivo, 2 e 3- camada de ligação intra-adesivo, 4 e 5- interface adesivo/aderente, 6 e 7- sub-superfície do aderente, 8 e 9-aderente e substrato. ...	23
Figura 12: Interações entre os fatores influenciadores no processo de colagem. ....	25
Figura 13. Região de plantio da FLORESTECA. ....	28
Figura 14. Madeira Teca ao chegar no LAPAM. ....	29
Figura 15: Maravalhas de madeira teca sendo fragmentadas no LAPAM. ....	30
Figura 16. Placas com agitação magnética para determinação da solubilidade em água fria. ....	31
Figura 17: (A) Aquecimento sob Refluxo (B) Filtragem para determinação da solubilidade em água quente. ....	32
Figura 18: Blocos com adesivo PVAc sendo preparados para o processo de prensagem. ....	34
Figura 19: Prensa hidráulica empregada para colagem da madeira de teca. ....	35
Figura 20: Desenho do corpo de prova confeccionado para o ensaio de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola. ....	36
Figura 21: Condução do ensaio resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola. ....	36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Volume (m <sup>3</sup> ) de madeira de teca destinada ao consumo interno e a exportação em 2011.....	22
Tabela 2 – Propriedades do adesivo de PVAc.....	30
Tabela 3 – Valores médios encontrados para solubilidade em água fria (SAF), solubilidade em água quente (SAQ) e pH.....	38
Tabela 4 – Valores médios observados para teor de umidade (T.U.) e massa específica aparente (M.E.) para madeira de teca avaliada .....	40
Tabela 5 – Valores médios observados para resistência da colagem ao cisalhamento por compressão na linha de cola e percentagem de falha na madeira (%).....	41

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 .....	33
Equação 2 .....	33
Equação 3 .....	33

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 OBJETIVOS .....	14
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3.1 O gênero <i>Tectona</i> .....	15
3.2 Utilização da madeira de Teca .....	18
3.3 Processo de colagem da madeira .....	22
3.3.1. Parâmetros que influenciam na colagem .....	23
a) Natureza do adesivo .....	23
b) Espécie de madeira .....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	28
4.1 Origem da madeira de Teca .....	28
4.2 Adesivo .....	29
4.3 Determinação das Propriedades Químicas .....	30
4.3.1 Solubilidade da madeira em água fria .....	30
4.3.2 Solubilidade da madeira em água quente .....	31
4.3.3 pH .....	32
4.4 Determinação do teor de umidade da madeira .....	33
4.5 Determinação da massa específica aparente da madeira .....	33
4.6 Processo de colagem da madeira .....	34
4.7 Resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola .....	35
4.8 Análise Estatística .....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
5.1 Solubilidade em Água Fria, Solubilidade em Água Quente e pH .....	38
5.2 Teor de umidade e massa específica aparente .....	40
5.3 Resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola .....	41
6 CONCLUSÕES .....	43
7 RECOMENDAÇÕES .....	44
Referências .....	45
Apêndices .....	52
Anexos .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A racionalização do uso da madeira dentro do contexto industrial e econômico depende, em suma, do êxito e volume das práticas tecnológicas empregadas em todas as fases do ciclo produtivo. Tendo isto em vista, vários autores ressaltam a importância da caracterização dos fatores determinantes para o emprego da madeira em cada setor específico, dentre os quais a qualidade tecnológica é apontada como elemento essencial da escolha por determinada espécie.

Embora haja características intrínsecas às espécies de madeira em geral, é correto afirmar que a madeira de Teca (*Tectona grandis L. f*) possui características peculiares, as quais a diferem de outros grupos arbóreos, fazendo com que tal espécie seja empregada em utilizações nobres em função de sua idade e estado de conservação (BATH; MA, 2004; BRASTECA, 2012).

De acordo com o IPT (2012), a espécie *Tectona grandis L.f* é uma árvore nativa da Índia, Mianmar, Paquistão, Tailândia, Laos, Vietnã, Camboja e plantada em diversas regiões. Na América, é cultivada em diversos países, destacando-se o Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Jamaica, México, Peru e Venezuela.

Keiding (1985; MATRICARDI, 1988 apud CALDEIRA et al., 2000) afirmam que a madeira de teca possui durabilidade, leveza, resistência ao ataque de térmitas e fungos, fácil de ser trabalhada e possui ausência de rachaduras. Muitas destas características são decorrentes da presença de extratos no cerne, os quais fazem com que a madeira aumente sua resistência às solicitações mecânicas oferecidas pelo empreendimento ao qual for destinada, bem como às adversidades naturais do meio ambiente (GRACE; YAMAMOTO, 2004; KOKUTSE et al., 2006). Sua utilização é basicamente: móveis, esquadrias de alto padrão, embarcações, decoração, construção naval, laminação e compensados, lenha e carvão vegetal, sendo que as duas últimas são específicas para as áreas de ocorrência natural (PIMENTEL et al., 2003).

Para a caracterização da madeira para fins industriais Oliveira et al. (2003; GUTIÉRREZ et. al, 2008 apud SILVA, 2010), afirmam que deve-se levar em consideração as propriedades mecânicas, bem como as físicas. Essa caracterização implica muitas vezes, em ensaios não destrutivos, os quais apresentam como

vantagem a realização da avaliação sobre a própria peça ou estrutura, sem modificação nas suas dimensões.

Segundo MADEIRA TOTAL (2010), o cultivo da teca apresenta alta rentabilidade, ainda que com alto custo de manutenção. Contudo, dentro da cadeia produtiva, ainda há carência de tecnologia avançada, fazendo com que as estimativas de produção, beneficiamento de produtos e povoamentos de teca sejam obtidos de forma empírica, o que resulta, muitas vezes, em depreciação e, por consequência, desperdício de matéria-prima, a qual perde valor agregado frente a mercados consumidores (SILVA, 2010).

Dentro deste contexto, é relevante o estudo sobre o processo de colagem de juntas de teca, com a finalidade de investigar sua qualidade tecnológica, por meio da utilização de metodologias próprias para tal, levando-se em consideração as características inerentes a madeira de teca, bem como seus estágios temporais de desenvolvimento e qualidade do material de apoio, para, desta forma, proporcionar o aumento de sua utilização para a fabricação de móveis e artefatos de alta qualidade.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade de juntas coladas com madeira de teca (*Tectona grandis*), em diferentes idades, oriunda da região de Cáceres – MT;

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar e avaliar as seguintes propriedades químicas da espécie nas diferentes idades consideradas: solubilidade em água fria, solubilidade em água quente e pH;
- Caracterizar e avaliar a massa específica aparente da madeira de Teca aos 10 e 14 anos de idade;
- Determinar e avaliar a qualidade da colagem da espécie, nas diferentes idades consideradas, por meio do ensaio de resistência ao cisalhamento na linha de cola e percentagem de falha da madeira;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O gênero *Tectona*

Pertencente à família *Verbenaceae*, a *Tectona grandis* é uma árvore caducifólia com porte médio entre 20 e 30m de altura. Seu tronco é ereto, espesso, cilíndrico, de casca parda, fissurada longitudinalmente. Sua ramagem apresenta-se como vigorosa formando copa globosa aberta. As folhas são simples, em formato largo ovalado, espessas, verde opacas, opostas, tomentosas na face inferior, inseridas em ramos quadrangulares, possuindo comprimento entre 20 e 30cm. Suas inflorescências são grandes, terminais, em panículas ramificadas dicotomicamente, com flores branco-azuladas, pequenas, com tubo expandido em 5-6 divisões curtas, formadas de janeiro a março. Os frutos são do tipo dupra, secos, envolvidos por remanescentes do cálice, celulósicos, enrugados e inflados (LORENZI et al., 2003).

A Teca (*Tectona grandis*) (Fig. 1) é uma espécie arbórea originária das regiões do Sudeste Asiático, sendo distribuída, principalmente, nos países: Índia, Mianmar e Indonésia. Nestas regiões, a área média plantada da última década ficou estabelecida em cerca de 23 milhões de hectares. Seu desenvolvimento é melhor apresentado em regiões com latitude situada entre 23° Norte e 10° Sul, temperaturas médias em torno de 16 a 40°C, volume pluviométrico entre 500 e 5000mm por ano e altitudes inferiores a 1000m (PANDEY; BROWN, 2000; CAMINO et al, 2002 apud ZANIN, 2005).



Figura 1 – Plantação de *Tectona grandis* no Panamá.

Fonte: Zanin, 2005.

Segundo Angeli & Stape (2003), a teca é considerada exigente quanto às condições de solo. Tal exigência implica em solos profundos (mais de 1,5m), permeáveis, bem drenados, porém com boa capacidade de retenção de água. Seu desenvolvimento dá-se melhor em solos de textura média com pH próximo a neutralidade.

Com relação ao espaçamento, Macedo et al. (2005), por meio de experimentos realizados no estado de Minas Gerais, afirmam que o ideal é 3x2m, totalizando 1772 plantas por hectare.

A área plantada com teca ao redor do mundo em 2010 contabilizou 3.592.000ha, enquanto a produção contabilizou 796.015.000m<sup>3</sup> estando distribuída em sete regiões principais (Fig. 2) (FAO, 2011).

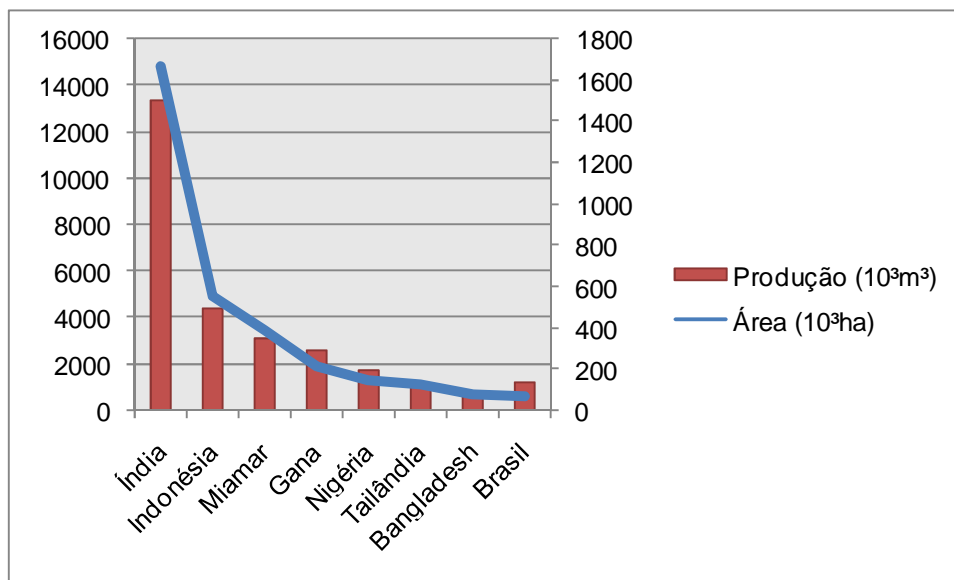


Figura 2 – Principais produtores de teca em 2010.

Fonte: FAO, 2011.

De acordo com a Fig. 2 nota-se que a Índia é a principal nação produtora de madeira de teca. Seu destaque é visualizado tanto na área plantada quanto no volume total produzido. Para tal, no ano de 2010, obteve-se 1.667.000ha e 13.336.000m<sup>3</sup> respectivamente. Esse destaque é evidenciado pela utilização da teca como atração de turismo ecológico dentro do país. A África destaca-se também na produção de teca, uma vez que possui dois países (Gana e Nigéria) entre os sete maiores produtores (FAO, 2011; ECOINDIA, 2012).



No Brasil, a área plantada com teca em 2011 foi de 67.693ha, com uma conseqüente produção de 995.087m<sup>3</sup> (Fig. 3) (ABRAF).

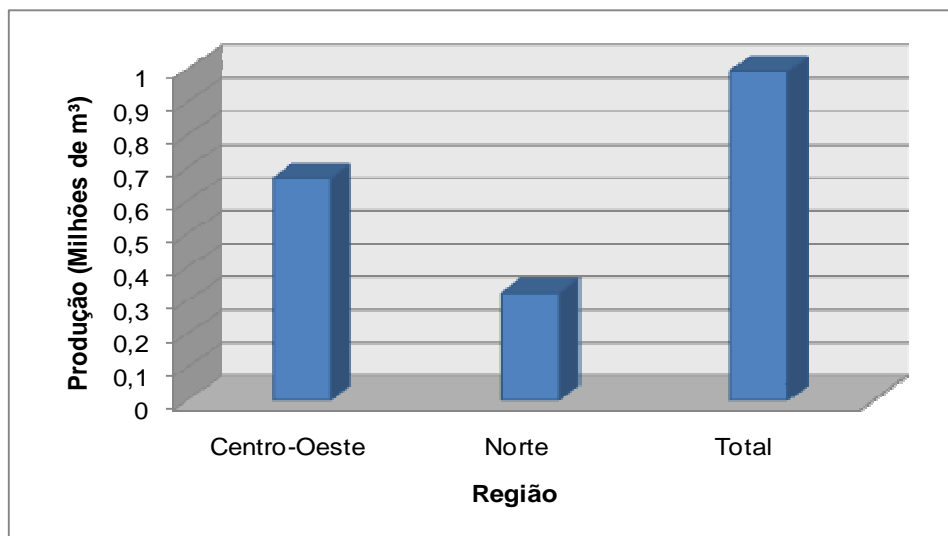


Figura 3 – Produção de teca no Brasil em 2011.  
Fonte: ABRAF adaptado pela Autora, 2012.

De acordo com a Fig. 3 nota-se que a produção de teca está distribuída, oficialmente, nas regiões Centro-Oeste e Norte do país. A região Centro-Oeste produziu 670.688m<sup>3</sup> e a região Norte produziu 324.398m<sup>3</sup> de madeira de teca, sendo responsáveis por 67,4% e 32,6% da produção nacional respectivamente (ABRAF, 2012), embora haja produção contabilizável em outros estados, tais como São Paulo, Paraná (DRESCHER, 2004) (Fig. 4) e Minas Gerais (GOMES et al., 2005), não sendo estes, porém, significativos no montante computado pela ABRAF.



Figura 4 – Distribuição da teca no Brasil.  
Fonte: GUIANET adaptado por Drescher, 2004.

### 3.2 Utilização da madeira de Teca

Quanto a utilização da madeira de teca, Midgley et al. (2007), enuncia alguns campos industriais importantes, dentro dos quais tal madeira é utilizada: móveis, construção naval, decorativos componentes de construção, materiais de construção, produtos reconstituídos, lenha e carvão vegetal. Tal utilização decorre de características inerentes a teca, tais como: resistência, trabalhabilidade, durabilidade e cores atraentes (BATH; PRIYA, 2004; MIDGLEY et al, 2007; LIMA et al., 2009).

REMADE (2006) expõe algumas das utilizações citadas pelos autores anteriores, bem como acrescenta outras finalidades para a madeira de teca (Fig. 5) dentro de uma cadeia produtiva.

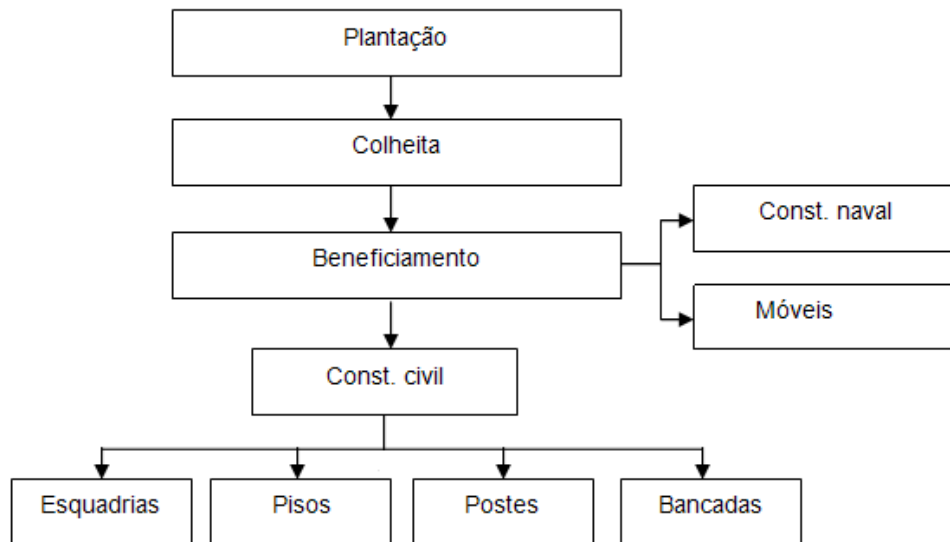


Figura 5 – Fluxograma da cadeia produtiva da teca.

Fonte: REMADE adaptado pela Autora, 2012.

Para a fabricação de móveis, Santos (2010), afirma que a utilização da teca costuma ser sistematizada de acordo com a idade. A madeira cortada a partir dos seis anos é utilizada na fabricação de móveis (Fig. 6) e objetos de madeira com qualidade baixa ou intermediária.



Figura 6 – Mesa confeccionada com madeira juvenil de teca.

Fonte: Santos, 2010.

Para a fabricação de móveis finos de alta qualidade, a teca é utilizada a partir dos 15 anos de idade, quando sua madeira apresenta maior massa específica aparente e, por consequência, maior resistência mecânica aos esforços solicitados. Há destaque, ainda, para a proteção promovida pela alta presença de extrativos no cerne da madeira de 15 anos, o que não se dá com a madeira juvenil, na qual esta presença é baixa (KLOCK, 2000; SANTOS, 2010, BRASTECA, 2012).

Na indústria naval, a madeira de teca é utilizada em decorrência de sua durabilidade (devido à presença de oleosidade e sílica), coeficiente de retratibilidade baixo e relativa leveza, servindo como matéria-prima para a construção do forro dos conveses e dos pisos dos navios (Fig. 7). Tal utilização é realizada a partir de quando a teca atinge os 15 anos de idade (PORTAL DA MADEIRA, 2009; BRASTECA, 2012).



Figura 7 – Embarcação com madeira de teca.

Fonte: Revista Náutica, 2012.

Na indústria da construção civil, SNIF (2012), afirma que a teca é utilizada para a confecção de portas (A), tábuas (B) (Fig. 8), pisos, janelas e lambris, além de servir como matéria-prima para a fabricação de telhas, bem como estruturas para telhados (REMADE, 2006).

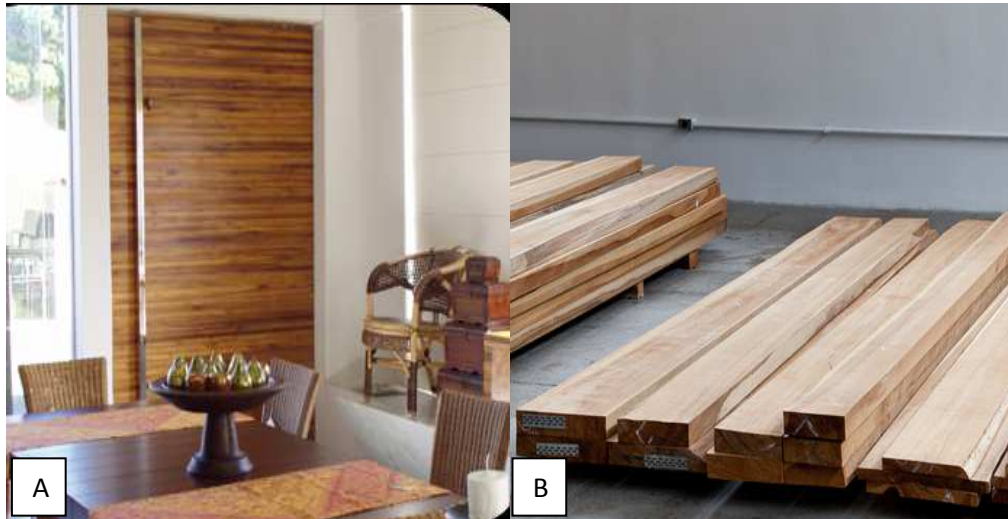


Figura 8 – Porta (A) e Tábuas (B) fabricados com madeira de teca.  
Fonte: Letto Móveis, 2008; Zanchet Madeiras, 2012.

Em relação às utilizações citadas acima, (Santos, 2010), afirma que, por apresentar resistência e durabilidade, a madeira de teca pode ser empregada, devendo ser utilizada a partir dos 6 anos de idade, quando a madeira apresenta, de forma mais evidente, as características desejáveis já citadas.

Quanto à utilização da teca na indústria de luxo, Tropical Flora (2012), cita sua aplicação para a decoração de interiores luxuosos e fabricação de móveis finos (Fig. 9).



Figura 9 – Mesas e cadeiras de alta qualidade confeccionadas com madeira de teca.  
Fonte: Casa e Cia. ARQ. 2012.

Para tal utilização, BRASTECA (2012), afirma que a teca deve ser cortada a partir dos 15 anos de idade, embora Bath & Ma (2004), afirmem que novas pesquisas estão sendo desenvolvidas com o intuito de promover maior desenvolvimento da madeira, a fim de que esta possa ser empregada em utilizações nobres com um tempo precoce.

Lima et.al., (2009), citam a utilização da madeira de teca, em diversas idades, como matéria-prima para o carvão vegetal, em locais onde sua ocorrência é natural.

Lorenzi et al. (2003), destaca sua utilização como planta ornamental, compondo parques e grandes jardins, por possuir um florescimento exuberante.

A teca também possui valor medicinal. O chá de sua casca é considerado útil contra a febre, dores de cabeça, dores de estômago e má digestão (ECOINDIA, 2012).

De acordo com ABRAF (2012), o volume de teca produzido no Brasil em 2011 (995.087m<sup>3</sup>) está distribuído nas seguintes aplicações: celulose, cerrados, siderurgia a carvão vegetal, painéis de madeira industrializada, compensados, lenha e outros. A distribuição da utilização e o volume de material destinado ao consumo interno e exportação de madeira de teca são apresentados na Fig. 10 e Tab. 1, respectivamente.

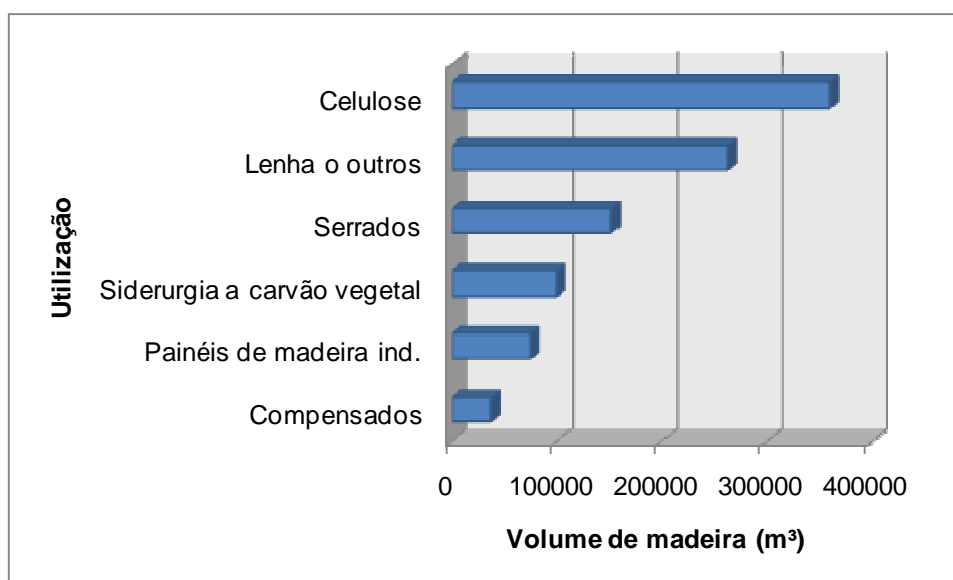


Figura 10 – Distribuição da utilização da madeira de teca em 2011.

Fonte: ABRAF adaptado pela Autora 2012.

Segundo a Fig. 10 pode-se observar que o setor de produção de celulose encontra-se como maior consumidor da madeira de teca no Brasil. Os setores onde a madeira agrega maior valor (serrados e painéis) respondem por apenas 11,11% de toda utilização nacional de teca. Tal fato demonstra a necessidade de aperfeiçoamento, bem como aprofundamento tecnológico dentro da cadeia.

Tabela 1 – Volume (m<sup>3</sup>) de madeira de teca destinada ao consumo interno e a exportação em 2011.

	<b>Mercado Int.</b>	<b>Exportação</b>
<b>Celulose</b>	141894.43	217331.98
<b>Lenha o outros</b>	261446.17	261.71
<b>Serrados</b>	134766.62	16486.60
<b>Siderurgia a carvão vegetal</b>	46072.53	53436.17
<b>Painéis de madeira ind.</b>	71795.53	1840.91
<b>Compensados</b>	19476.84	17341.38

De acordo com a Tab. 1, pode-se observar que a maior parte da produção de teca é destinada ao mercado interno dentro da maioria dos segmentos analisados. Ainda assim, o Brasil destaca-se ao figurar entre os cinco principais exportadores da atualidade (FAO, 2011).

### 3.3 Processo de colagem da madeira

Segundo Iwakiri (2005), o processo de colagem baseia-se na utilização de um adesivo com a finalidade de manter unidas as superfícies a serem coladas, através de um processo de adesão. A adesão faz com que haja sorção como adsorção sobre uma superfície ou absorção dentro da camada superficial. As forças atuantes propagadas pela adesão são: forças moleculares eletrostáticas, forças de Van der Waals e ligações covalentes. As interações que ocorrem durante o processo de colagem abrangem vários princípios caracterizados por nove elos em uma cadeia (Fig.11)



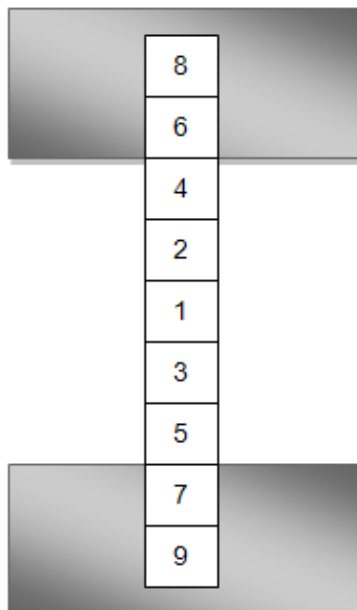


Figura 11 – Elos de conexão entre dois adesivos e dois substratos de madeira, sendo: 1-filme de adesivo, 2 e 3- camada de ligação intra-adesivo, 4 e 5- interface adesivo/aderente, 6 e 7- sub-superfície do aderente, 8 e 9-aderente e substrato.  
 Fonte: Marra, 1992 adaptado por Iwakiri, 2005.

### 3.3.1. Parâmetros que influenciam na colagem

O processo de colagem da madeira é influenciado por uma série de fatores relacionados às características físico-químicas do adesivo e do material a ser colado, bem como do procedimento adotado na colagem, da forma geométrica, do tamanho das peças e das condições dentro das quais estarão submetidas durante a colagem (SOBRAL FILHO, 1982; MARRA, 1992, apud DELLA LUCIA et al., 2006).

#### a) Natureza do adesivo

O processo de colagem varia em função do tipo de adesivo utilizado, uma vez que os adesivos devem apresentar uma elevada mobilidade molecular para proporcionar o contato íntimo com os substratos, de forma que as forças de atração intermoleculares possam atuar. Após o estabelecimento do contato, há a necessidade de coesão para resistir aos esforços mecânicos, tal coesão é denominada cura do adesivo. Dentro do contexto da cura, existem vários mecanismos físico-químicos, os quais apoiam tal processo, definindo as classes de adesivos, para que haja a possibilidade de escolher um tipo com propriedades de cura mais destacadas (GALEMBECK; GANDUR, 2001).

Dentre os adesivos sintéticos mais utilizados, está o acetato de polivinila (PVAc). A sua cura termoplástica acontece à temperatura ambiente, apresenta baixo custo e é utilizado na manufatura de painéis colado lateral (*finger-joint*), móveis, colagem de lâminas e junções dos componentes em serviços de marcenaria e carpintaria em geral. Devido a sua baixa resistência a umidade, está restrito ao uso interno. Através de alterações no processo químico de fabricação, surgiu a resina PVAc – termofixas, com polimerização e cura em prensas a quente e de alta frequência. Esta resina apresenta alto desempenho na colagem, com excelente resistência a água e a temperatura. As resinas de PVAc apresentam facilidade de e segurança no manuseio; inodoro; não inflamável; baixo custo; secagem rápida sob condições adequadas; fácil limpeza; estabilidade a estocagem (CONNER, 2001; IWAKIRI, 2005).

HENKEL (2007), cita as características técnicas da resina de PVAc:

- ✓ Coloração branca;
- ✓ Teor de sólidos 40,0-43,0;
- ✓ Viscosidade Brookfield (25°C): 3000-7000;
- ✓ pH (25°C): 4,0-5,0.

De acordo com Iwakiri (2005), o adesivo utilizado na colagem possui algumas propriedades que determinam tal processo, as quais pode-se citar: viscosidade, teor de substâncias sólidas e pH.

Segundo Azevedo Netto et al. (1998), a viscosidade pode ser definida como a propriedade do fluido de oferecer resistência a deformação durante o movimento. No caso de um adesivo, a fluidez pode ser usada como critério de idade, devido ao aumento de sua viscosidade até o ponto máximo adequado para sua utilização. Os índices de viscosidades determinados para cada adesivo resultam em diferentes interações com as características de utilização (IWAKIRI, 2005).

Iwakiri (2005) define teor de sólidos como “a quantidade de sólidos contidos na resina”. Esta é composta de sólidos e líquidos voláteis construídos de solventes orgânicos. Através da prensagem a quente, ocorre a evaporação dos componentes líquidos, “cura” e solidificação da resina. Há, então, a formação da linha de cola que é responsável pela ligação entre os substratos e transferência de tensões geradas no sistema madeira-linha de cola.

Para Moraes (2012, p. 2) o pH pode ser resumido como:



Literalmente potência (p) de hidrogênio (H), permite-nos descrever o caráter ácido ou base que predomina em meio aquoso, tendo em conta o seu valor determinado numa escala de 0 a 14. Para a temperatura de 25°C, um meio aquoso será ácido se tiver pH de 0 a 7, será básico se o pH for de 7 a 14 e será neutro para pH igual a 7.

Com relação à colagem de madeiras, é importante considerar a influência do pH tanto da madeira quanto da resina. A resina não deve possuir limites de pH ultrapassando a faixa de 2,5 a 11, pois podem resultar em degradação de fibras da madeira. Acrescenta-se a isso o fato de que um pH muito baixo pode provocar formação excessiva de espuma na mistura, prejudicando a aplicação do adesivo. O pH da madeira varia e situa-se na faixa de 3 a 6. O pH dos extrativos presentes na madeira pode inibir as reações químicas de endurecimento do adesivo, prejudicando o desenvolvimento de resistência a coesão adequada da linha de cola (IWAKIRI, 2005).

Segundo REMADE (2007), um dos tipos de temperatura que apresenta relevância no processo de colagem é a temperatura mínima de formação de filme (TMFF) ou temperatura de trabalho. Franklin Adhesives (2009 apud LOPES, 2008), afirma que tal temperatura deve ser superior a temperatura de uso do adesivo, o que inclui a temperatura ambiente, determinada por *Technology Profile* (2009), como estando na faixa entre 15-20°C para maioria dos adesivos. Frihart (2005) discorre a respeito dos fatores influenciadores no processo de colagem, afirmando, dentre outros parâmetros, que a temperatura faz com que o adesivo torne-se mais viscoso até o auge da penetração (Fig. 12).

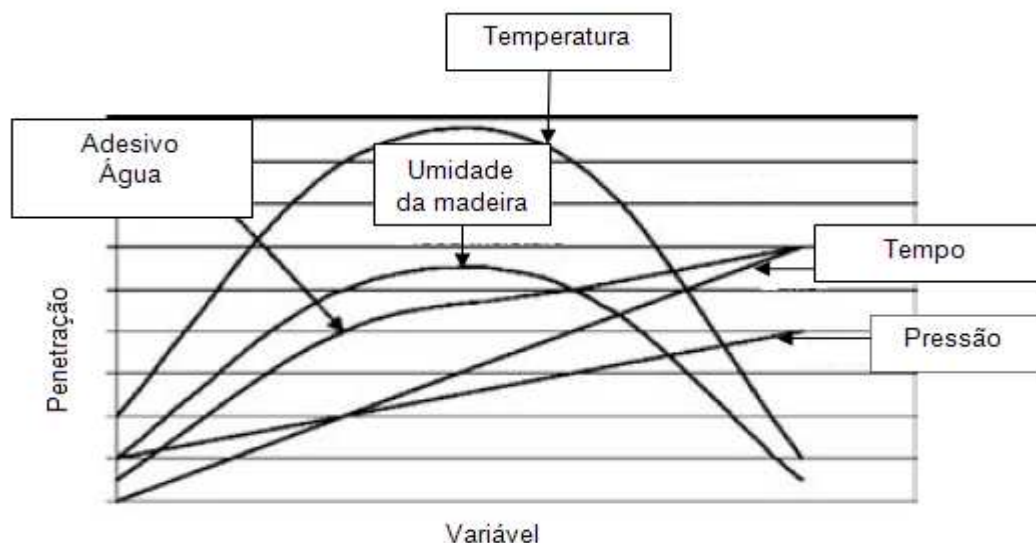


Figura 12 – Interações entre os fatores influenciadores no processo de colagem.  
Fonte: Frihart, 2005.

## **b) Espécie de madeira**

Segundo Albuquerque e Latorraca (2000), as propriedades anatômicas da madeira possuem grande influencia em sua colagem, a exemplo da variabilidade na densidade e porosidade que ocorre em: lenho inicial e tardio, cerne e alburno, e lenho juvenil e adulto. As variações de lenho inicial e tardio, bem como a porosidade e permeabilidade da madeira influenciarão a velocidade de penetração do adesivo, podendo resultar em linha de cola faminta. De modo geral, as folhosas apresentam maior dificuldade durante o processo de colagem em relação às coníferas.

Um dos grandes fatores de variabilidade da madeira são as mudanças físicas e químicas da madeira decorrentes do crescimento da árvore. Tais mudanças produzem duas regiões distintas na árvore denominadas cerne e alburno, afetando sensivelmente a mobilidade do adesivo. As árvores possuem, ainda, estágios de desenvolvimento dentro dos quais há a formação dos lenhos juvenil e adulto; o lenho juvenil caracteriza-se por possuir anéis de crescimento largos, menor massa específica aparente e maior porosidade e apresentam maior facilidade de colagem em relação ao lenho adulto com características opostas (IWAKIRI, 2005).

De acordo com Moreschi (2010), a madeira possui uma orientação geral dos elementos constituintes do lenho, a qual é denominada grã. Os efeitos da direção da grã na formação da ligação adesiva estão relacionados principalmente à porosidade, que ocorre em diferentes planos de corte. Em madeiras de grã cruzada, ocorre uma penetração excessiva do adesivo, podendo resultar em linha de cola faminta. Em madeiras com grã diagonal, embora não tenha influência direta quanto à formação da ligação adesiva, apresentam alterações dimensionais difusas em função das tensões irregulares, comprometendo o desempenho do produto colado (IWAKIRI, 2005).

A porosidade da madeira está relacionada à sua estrutura e massa específica aparente, e influencia no fluxo de líquidos através da mesma. Sendo também relacionada à permeabilidade, tal característica influencia na mobilidade e penetrabilidade do adesivo, ou seja, quanto mais porosa for a madeira, maior será a penetração do adesivo (IWAKIRI, 2005; MARRA, 1992; PIZZI, 1994 apud LIMA et al., 2007).

O teor de umidade da madeira é a relação entre o peso da água contida no interior e seu peso no estando completamente seco (MORESCHI, 2010). Para

Iwakiri (2005) a influência do conteúdo de umidade da madeira na formação da ligação adesiva está relacionada com a quantidade e o ritmo de absorção do adesivo líquido pela madeira; portanto quanto menor o conteúdo de umidade da madeira, maior será a taxa de absorção, velocidade de cura e solidificação do adesivo.

As tensões internas e externas influenciam o processo de cola por gerar diferentes níveis de tensão na interface madeira-adesivo em função das alterações de temperatura e umidade ambiente (IWAKIRI, 2005).

A presença de extrativos na superfície da madeira atua como causa física de química de inativação da superfície, ocorrendo, então, a perda da capacidade de umectação por parte do adesivo (VICK, 1999 apud LOPES, 2008).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção foram abordados os materiais e metodologias empregados para a avaliação da qualidade da madeira de teca e sua influência na resistência a colagem com adesivo convencionalmente empregado em empresas de pequeno e grande porte (com a finalidade de produção de artefatos em madeira ou mesmo móveis), para desta forma, se otimizar o uso racional da espécie, mesmo em idades consideradas jovens para estes fins.

### 4.1 Origem da madeira de Teca

Para realização desta investigação foi utilizada a madeira de teca (*Tectona grandis*) com 10 e 14 anos de idade. A madeira foi disponibilizada pela empresa FLORESTECA. Os povoamentos da empresa se localizam no município de Cáceres no Estado do Mato Grosso (Fig. 13).

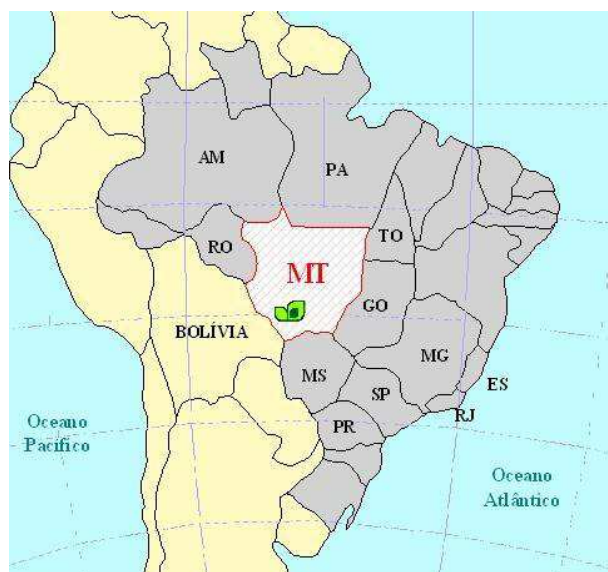


Figura 13 – Região de plantio da FLORESTECA.

Fonte: FLORESTECA, 2012

A FLORESTECA é uma empresa privada, fundada em 1994 e possui atualmente 27 fazendas que desenvolvem plantios de teca e uma linha de produtos desta madeira como toras, blocos sólidos de madeira, madeira serrada e lenha para biomassa.

O material utilizado para o estudo percorreu em torno de 2.000km até o município de Pelotas – RS. A madeira (Fig. 14) apresentava teor de umidade inicial em torno de 40%, sendo em seguida encaminhada a uma câmara climatizada localizada nas instalações do curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas. As amostras atingiram a estabilidade dimensional com umidade próxima a 10%, sendo posteriormente transferidas para o Laboratório de Painéis de Madeira (LAPAM) onde foram realizadas as primeiras análises visuais e seleção das tábuas mais homogêneas.



Figura 14 – Madeira Teca ao chegar no LAPAM.

Fonte: A Autora, 2012.

Foram amostradas três tábuas, com dimensões nominais de 25mm x 65mm x 2,25m, de cada idade, para realização do processo de colagem da madeira sólida e mais duas tábuas, também de cada idade, para caracterização química. Após o processo de seleção do material, as tábuas foram aplainadas para preparação dos blocos e colagem da madeira.

## 4.2 Adesivo

O adesivo empregado para o processo de colagem foi o acetato de polivinila (PVAc) com nome comercial de Cascorez (secagem rápida), pertencente a empresa Henkel. A Tab. 2 apresenta as propriedades do adesivo utilizado.

Tabela 2 – Propriedades do adesivo de PVAc

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Teor de Sólidos (%)*	46,40
Viscosidade Brookfield LVF – 25°C (mPa.s)**	3.000 – 7.000
Massa específica aparente (g/cm <sup>3</sup> )*	1,06
pH*	4,39

\* Valores determinados no LAPAM; \*\* Valor observado no boletim técnico do adesivo Cascorez (ANEXO A).

### 4.3 Determinação das Propriedades Químicas

Para determinação das propriedades químicas foram selecionadas duas tábuas da madeira de teca, para cada idade avaliada, sendo posteriormente aplainadas e suas maravalhas encaminhadas a um moinho de facas tipo Willey, marca Marconi, modelo MA048, onde foram fragmentadas e classificadas de acordo com as especificações da norma Tappi 207 cm (1993) (Fig 15).



Figura 15 – Maravalhas de madeira teca sendo fragmentadas no LAPAM.

Fonte: A Autora, 2012

#### 4.3.1 Solubilidade da madeira em água fria

Essa análise tem como objetivo quantificar os extrativos solúveis em água fria, para realização dessa propriedade química baseou-se na norma Tappi 207 cm (1993).

Para solubilidade em água fria, foi pesado 2,0g (*Pi*) de partículas de madeira e colocado em um béquer de vidro com capacidade de 400ml, adicionou-se 300ml de água destilada, manteve-se em temperatura de 23±2°C sob agitação por um

período de 48h em uma placa magnética com auxílio de uma cápsula magnética (Fig. 16). Após a agitação, o material foi filtrado em um cadinho de vidro sinterizado de porosidade média, com auxílio de uma bomba de vácuo, sendo as partículas lavadas com 200ml de água destilada. Posteriormente, o cadinho foi mantido em estufa regulada a temperatura de  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , até peso constante para se obter o peso final (Pf) determinado em uma balança analítica com precisão de 0,01g. As análises foram realizadas para os dois diferentes tratamentos avaliados, idades de 10 e 14 anos da espécie, sendo determinadas análises em triplicatas.



Figura 16 – Placas com agitação magnética para determinação da solubilidade em água fria.

Fonte: A Autora, 2013

#### 4.3.2 Solubilidade da madeira em água quente

Para avaliar a solubilidade da madeira de Teca em água quente (Fig. 17), também foi adotada a norma Tappi 207 cm (1993), onde foram pesados aproximadamente 2,0g (*Pi*) de partículas de madeira, sendo o material transferido para um balão com capacidade de 250ml e adicionados 100ml de água destilada quente. O aquecimento do sistema foi realizado por meio de uma manta dotada de resistência elétrica, permanecendo o material sob refluxo por um período de três horas. Em seguida, o material foi filtrado com auxílio de uma bomba de vácuo em um cadinho de vidro sinterizado de porosidade média, sendo as amostras lavadas com 200ml de água destilada quente. Posteriormente, o cadinho foi mantido em estufa a temperatura de  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , até peso constante para se obter o peso final (Pf).



Como na solubilidade em água fria, também foram empregados dois diferentes tratamentos e as análises realizadas em triplicatas.

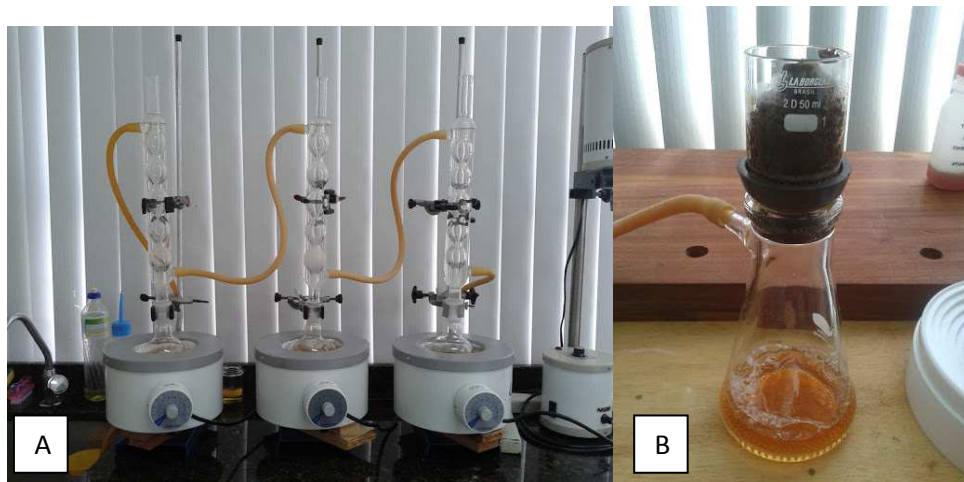


Figura 17 – (A) Aquecimento sob Refluxo (B) Filtragem para determinação da solubilidade em água quente.

Fonte: A Autora.

A equação 1 foi utilizada para determinar a solubilidade dos extrativos em água quente e fria:

$$SAF \quad \text{ou} \quad SAQ = \left( \frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

, onde:

$SAF$  = Solubilidade em Água Fria (%);

$SAQ$  = Solubilidade em Água Quente (%);

$P_i$  = Peso inicial (g);

$P_f$  = Peso final (g).

#### 4.3.3 pH

O valor pH dos extratos aquosos, obtidos nas diferentes metodologias adotadas, foi determinado por meio de um pHmetro digital de bancada, marca BEL Engineering, modelo W3B, à temperatura de 25°C.



#### 4.4 Determinação do teor de umidade da madeira

O método gravimétrico consistiu na pesagem inicial ( $M_i$ ) de 3 blocos, para cada idade avaliada, em balança analítica de precisão, encaminhamento a uma estufa regulada a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  até estabilização da massa e pesagem final ( $M_f$ ). Por meio da equação 2 foi determinado o teor de umidade da madeira pelo método gravimétrico:

$$Tu = \frac{M_i - M_f}{M_f} \times 100 \quad (2)$$

, onde:

$Tu$  = Teor de umidade (%);

$M_i$  = Massa úmida do corpo de prova (g);

$M_f$  = Massa de corpo de prova após ser seco em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  (g).

O método resistivo consistiu no emprego do aparelho da marca Gann, modelo *Hidromette Compact*, por meio da inserção do par de eletrodos do equipamento, no sentido paralelo a grã da madeira, em três pontos ao longo do comprimento dos 13 blocos de madeira, para cada idade avaliada.

#### 4.5 Determinação da massa específica aparente da madeira

A massa específica aparente da madeira de teca, com 13 blocos para cada idade avaliada, foi determinada de acordo com a pesagem e medições volumétricas das amostras (blocos) climatizadas e selecionadas para o processo de colagem. Por meio da equação 3, foi determinada a massa específica aparente:

$$Mea = \frac{m}{c \times l \times e} \times 100 \quad (3)$$

, onde:

$Mea$  = Massa específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m$  = massa do corpo de prova (g);

$c$  = comprimento do corpo de prova (cm);

$l$  = largura do corpo de prova (cm);

$e$  = espessura do corpo de prova (cm).

#### 4.6 Processo de colagem da madeira

Os blocos de teca preparados para colagem (Fig. 18) nas duas diferentes idades avaliadas apresentaram 10% de umidade aproximadamente e dimensões nominais de 19 x 63,5 x 304mm. Para união dos blocos pelo processo de colagem, foram selecionadas amostras com valores das massas específicas aparentes similares, de acordo com o indicado pela norma ASTM D 905 (2003). A quantidade de adesivo empregada para a colagem foi de  $200\text{g}/\text{m}^2$  e a aplicação ocorreu com auxílio de uma espátula que uniformizou a distribuição na superfície de madeira.



Figura 18 – Blocos com adesivo PVAc sendo preparados para o processo de prensagem.

Fonte: A Autora, 2012.

O processo de prensagem foi realizado por meio de uma prensa hidráulica com aquecimento elétrico dos pratos, modelo PK4 - 160 toneladas (Fig. 19), onde

foram empregados os seguintes parâmetros: pressão específica  $10\text{kg/cm}^2$ , temperatura de  $80^\circ\text{C}$  e tempo de prensagem de 5 minutos, estando de acordo com informações do fabricante do adesivo (ver anexo A).



Figura 19: Prensa hidráulica empregada para colagem da madeira de teca.  
Fonte: A Autora, 2012.

#### **4.7 Resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola**

Após o processo de prensagem, os blocos colados permaneceram em descanso por um período de aproximadamente 12h, para cura completa do adesivo, sendo posteriormente transferidos a uma câmara climatizada (com  $60\pm 5\%$  de umidade relativa do ambiente e temperatura de  $25\pm 2^\circ\text{C}$ ), onde foram mantidos até estabilização da umidade na linha de cola.

Os cinco pares de blocos colados foram encaminhados a uma marcenaria para corte de 25 corpos de prova, para cada idade avaliada, sendo confeccionados de acordo (Fig. 20) com as dimensões descritas na norma ASTM D 905 (2003).

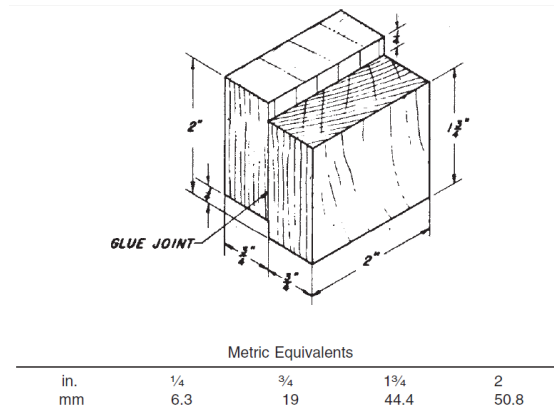


Figura 20 – Desenho do corpo de prova confeccionado para o ensaio de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola.

Fonte: ASTM D 905, 2003.

Os corpos de prova utilizados para avaliação da resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola foram testados em uma máquina universal de ensaios da marca EMIC, modelo DL 30 (Fig 21), de acordo com as especificações da norma ASTM D 905 (2003).



Figura 21 – Condução do ensaio resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola.

Fonte: A Autora, 2012.

A percentagem de falha da madeira foi determinada por meio de uma análise visual da área de cisalhamento onde o critério de avaliação adotado consistiu em 0% de falha na madeira quando ocorrem 100% de falha na linha de cola e para as demais proporções empregou-se o auxílio de um papel quadriculado com as respectivas áreas delimitadas em porcentagem.

#### 4.8 Análise Estatística

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado com três repetições para as análises químicas, 13 repetições para determinação do teor de umidade e massa específica aparente e 25 repetições para o ensaio de cisalhamento por compressão na linha de cola, onde o efeito avaliado foram as diferentes idades da madeira de teca.

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley.

Após o ensaio dos corpos de prova, os valores médios referentes a cada variável resposta avaliada foram submetidos à análise de variância. Havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, foi possível aplicar-se o teste Tukey ao nível 5% de significância para comparação entre as médias dos tratamentos avaliados.

O programa estatístico empregado para o processamento das variáveis foi o *Statgraphics Centurion* versão XV.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Solubilidade em Água Fria, Solubilidade em Água Quente e pH

A Tab. 3 apresenta os valores médios encontrados nas análises realizadas para determinação do teor de extrativos (SAF e SAQ) e valores de pH da madeira de teca.

Tabela 3 – Valores médios encontrados para solubilidade em água fria (SAF), solubilidade em água quente (SAQ) e pH

Tratamento	N	SAF (%)	pH	SAQ (%)	pH
<b>T1 (10 anos)</b>	3	1,39 <sup>a*</sup>	6,78 <sup>a</sup>	2,91 <sup>a</sup>	5,33 <sup>a</sup>
<b>T2 (14 anos)</b>	3	1,64 <sup>b</sup>	7,40 <sup>b</sup>	3,36 <sup>b</sup>	5,95 <sup>b</sup>

N = número de amostras; \* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

O resultado apresentado para a madeira de teca na solubilidade em água fria aos 10 anos de idade foi de 1,39% enquanto aos 14 anos foi observado um valor médio de 1,64%. Os valores encontrados para as variáveis respostas citadas acima justificam desta forma o aumento do valor pH de 6,78, aos 10 anos, para 7,40, aos 14 anos, ambos próximos a neutralidade. Por meio da Tab. 3 também pode-se constatar uma diferença estatisticamente significativa entre os resultados observados para os extratos encontrados na SAF e pH nas duas idades avaliadas (ANOVA – APÊNDICE B e D) .

Também fica evidente a ocorrência de uma diferença estatisticamente significativa entre os resultados observados para os extratos encontrados na SAQ e pH (ANOVA – APÊNDICE F e H) nas duas idades avaliadas, constatando a influência da idade da árvore (madeira) no aumento no teor de extrativos.

Para a variável resposta solubilidade em água quente, logicamente pelo fator temperatura, conseguiu-se aumentar consideravelmente o teor de extrativos observados quando comparados aos extratos encontrados para a solubilidade em água fria. Com isso o tratamento 2, com valor de SAQ de 3,36%, apresentou o maior teor de extrativos deste estudo, onde este mesmo tratamento analisado a quente também apresentou um valor de pH superior (5,95). O valor pH tendendo a acidez é

uma característica da retirada de substâncias com propriedades ácidas, o que de acordo com Pizzi (1983), é uma característica do tanino das espécies de folhosas.

A norma Tappi 207 cm (1993) atribui a extração da madeira em água fria como responsável pela remoção de compostos inorgânicos, taninos, gomas, açúcares e substâncias corantes; a água quente remove, além desses compostos em maiores proporções, também o amido.

Lukmandaru et al. (2009), avaliaram a madeira de teca (aos 32 anos de idade) por meio de sua coloração, propriedades químicas e região (cerne normal, cerne listrado e alburno), onde em uma mesma amostra foi observado diferentes valores de extrativos em função do método, SAF ou SAQ, e também para cada uma das regiões avaliadas, sendo que os valores variaram entre 1,25 (cerne normal – SAF) a 4,84%(alburno – SAQ), indicando a presença de maiores proporções de amido no alburno do que no cerne desta espécie.

Os constituintes químicos da madeira também podem interferir no processo de colagem. E, em relação aos extrativos, sua presença, quantidade e tipo podem afetar a adesão. Pesquisas têm mostrado que os extrativos na superfície da madeira são os principais contribuidores para a inativação da superfície, gerando assim um pobre umedecimento do adesivo. Os adesivos utilizados em madeira, na sua maioria, usam a água como carreador, gerando assim problemas de umedecimento, fluxo e penetração na superfície coberta pelo extrativo (SKEIST, 1990; FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999 apud ALBINO et al., 2012).

Para Sutigno (2000) os extrativos da madeira de teca podem reduzir sua utilização na fabricação de compósitos cimento-madeira, retardando a cura do cimento. Os resultados encontrados pelo autor, por meio de pré-tratamentos das partículas de madeira com períodos de imersão em água fria e quente, e posterior análise dos extrativos, indicaram resultados semelhantes aos observados no presente estudo para a variável solubilidade em água fria, variando de 1,35 a 2,75%, com madeira de teca sem identificação de sua procedência e idade.

## 5.2 Teor de umidade e massa específica aparente

A Tab. 4 apresenta os resultados encontrados para teor de umidade e massa específica aparente do material estudado.

Tabela 4 – Valores médios observados para teor de umidade (T.U.) e massa específica aparente (M.E.) para madeira de teca avaliada

<b>Tratamento</b>	<b>N</b>	<b>T.U. (%)</b>	<b>D.P. (%)</b>	<b>M.E. (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>D.P. (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>T1 (10 anos)</b>	13	8,98 <sup>a</sup>	1,55159	0,60 <sup>a</sup>	0,05782
<b>T2 (14 anos)</b>	13	10,11 <sup>a</sup>	1,32467	0,60 <sup>a</sup>	0,01801

N = número de corpos de prova. D.P. = Desvio Padrão. \* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Com relação ao teor de umidade da madeira de teca, pode-se observar que variou de 8,98 a 10,11%, aos 10 e 14 anos, respectivamente, sendo que ambos os valores se encontram dentro de uma faixa de umidade considerada ideal para a realização do processo de colagem em madeira sólida.

Ainda de acordo com Tab. 4, observa-se que o tratamento 1 apresentou massa específica aparente estatisticamente semelhante quando comparado ao tratamento 2 (ANOVA – APÊNDICE L).

De acordo com Iwakiri (1998 apud ALBUQUERQUE e LATORRACA, 2000), a porosidade da madeira se relaciona com a densidade, que influenciam diretamente na penetração dos adesivos na madeira. Desta forma, pode-se considerar a madeira de teca com densidade intermediária e ainda com características de lenho juvenil, em função das idades avaliadas, o que poderá facilitar o processo de colagem desta espécie.



### 5.3 Resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola

A Tab. 5 apresenta os valores de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola originada pela colagem da madeira sólida de teca.

Tabela 5 – Valores médios observados para resistência da colagem ao cisalhamento por compressão na linha de cola e percentagem de falha na madeira (%)

Tratamento	N	Resistência (KPa)	D.P. (KPa)	Falha (%)
<b>T1 (10 anos)</b>	25	4.693,7 <sup>b*</sup>	1.906	6
<b>T2 (14 anos)</b>	25	1.991,9 <sup>a</sup>	1.482,4	0

N = número de corpos de prova. D.P. = Desvio Padrão. \*Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Por meio da Tab. 5 pode-se constatar uma diferença estatisticamente significativa entre os resultados observados para a resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola para a madeira de teca aos 10 e 14 anos de idade (ANOVA – APÊNDICE N). Sendo possível identificar que o tratamento 2, teca aos 14 anos, apresentou uma resistência inferior na linha de cola quando comparada ao tratamento 1, teca aos 10 anos. Este fato pode ser justificado em função do teor de extrativos da madeira de teca que aos 10 anos possui uma proporção inferior de extrativos solúveis em água o que pode ter favorecido a um processo de colagem mais efetivo.

De acordo com MARRA (1992 apud ALBUQUERQUE E LATORRACA, 2000), um grande fator de variabilidade entre diversos tipos de madeira, causador de muitos problemas de colagem, é relativo à idade e condições de crescimento das árvores. Com a idade, ocorrem mudanças químicas na madeira. Enquanto estes aparecem, primeiramente como mudanças físicas, eles também alteram a porosidade aparente da madeira, afetando a mobilidade de adesivos. Este fato pode embasar a justificativa de redução da resistência da colagem em função da idade da espécie avaliada, pois por meio da Tab. 3 pode-se constatar a diferença estatisticamente significativa entre os valores de extrativos observados para a madeira de teca aos 10 e 14 anos.

Outro fator que pode ter afetado diretamente nas resistências observadas está relacionado ao preparo dos blocos para colagem, onde ocorreram diferenças de espessuras que não foram muito perceptíveis visualmente, mas que influenciaram de maneira direta na distribuição da pressão entre as peças que foram coladas.

Desta forma, muitas peças coladas apresentaram delaminação das juntas após o corte dos corpos de prova, quando não apresentavam, pós ruptura no ensaio, uma linha de cola livre de madeira (ver percentagem de falha na madeira na Tab. 5).

Com relação as pesquisas desenvolvidas sobre colagem de madeira sólida com outras espécies, pode-se referenciar a investigação desenvolvida por Santos e Del Menezzi (2009), onde foi avaliado o efeito da gramatura sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola na madeira das espécies seru (*Allantoma lineata*) e marupá (*Simarouba amara*), realizando 6 tratamentos com uma única espécie e 6 tratamentos com as duas espécies combinadas, obtendo valores de resistência entre 5.260 e 10.640KPa; resultados tais que indicaram a utilização de gramatura igual a 300g/m<sup>2</sup>. Os valores encontrados pelos autores são superiores aos observados no presente estudo, o que pode sugerir que a madeira de teca utilizada apresentou resistência ao cisalhamento inferior às espécies de folhosas nativas.

Plaster et al. (2008) avaliaram o comportamento de juntas coladas da madeira serrada de *Eucayptus* spp com adesivo acetato de polivinila, separadas em classes de densidade variando de 0,70 – 0,99g/cm<sup>3</sup>, onde foram observados valores de resistência da colagem entre 12.062,18 a 15.200,35KPa. Os autores constataram um aumento da resistência da colagem na classe de densidade superior, entretanto, ocorreu um decréscimo na percentagem de falha da madeira.

De modo geral, pode-se constatar que a faixa de densidade encontrada para a madeira de teca, nas diferentes idades avaliadas, facilitou o processo de colagem, entretanto, foi observado uma influência direta do aumento no teor de extrativos, observados aos 14 anos de idade, reduzindo os valores de resistência da colagem ao cisalhamento por compressão na linha de cola.

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados no presente estudo é possível concluir que:

- ✓ Os teores de extrativos observados por meio das análises de solubilidade em água fria e solubilidade em água quente aos 14 anos de idade foram superiores quando comparados à madeira de teca com 10 anos;
- ✓ O valor pH apresentou um caráter mais ácido nos extratos analisados pelo método de solubilidade da madeira em água quente;
- ✓ A madeira de teca não apresentou variação da massa específica aparente em relação às idades avaliadas;
- ✓ A madeira de teca avaliada que apresentou o melhor desempenho para a resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola foram as amostras mais jovens (10 anos);
- ✓ De modo geral, a madeira de teca nas duas idades estudadas apresentou resultados satisfatórios para cada uma das propriedades investigadas.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Com base nas conclusões geradas por meio deste estudo seguem algumas recomendações na busca pelo aprimoramento desta linha de pesquisa:

- Analisar melhor o preparo da superfície do material para prensagem a quente ou mesmo a frio, pois pequenas variações nas espessuras dos blocos que serão colados afetam negativamente o processo de prensagem;
- Avaliar diferentes parâmetros de prensagem e processos de colagem para a madeira de teca;
- Desenvolver mais pesquisas que visem o conhecimento tecnológico da madeira de teca abrangendo as idades relacionadas ao desbaste da espécie.

## Referências

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012, Ano Base: 2011**. Brasília: 2012. 150p.

ALBINO, V. C. S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade da colagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 803-811, out.-dez., 2012.

ALBUQUERQUE, C. E. C.; LATORRACA, J. V. F. Influência das características anatômicas da madeira na penetração e adesão de adesivos. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n.1, p.158 - 166, jan./dez. 2000.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard Test Method for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading. **ASTM D 905**, 2003. 5p.

ANGELI, A. & STAPE, J. L. *Tectona grandis* (Teca). Atualizado em 05/05/2003 - IPEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em:<<http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp>>. Acesso em: 06 dez. 2012.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano; ARAUJO, Roberto; FERNANDEZ y FERNANDEZ, Miguel. **Manual de hidráulica**. 8º Ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1998, 668p.

BATH , K. M.; MA, H. O. Teak growers unite! In: **ITTO Tropical Forest Update**. 2004.3p.

BATH, K. M.; PRIYA P. B. Influence of Provenance Variation on Wood Properties of Teak from The western Ghat Region In India. Wood Science Division, Kerala Forest Research Institute, Peechi 680 653, India. **IAWA Journal**, Vol. 25 (3), 2004.

BRASTECA. AGROFLORESTAL LTDA. Apresentação. Disponível em: <<http://www.brastecaforestal.com.br/apresentacao.php>>. Acesso em 10 dez. 2012.

CALDEIRA, S. F; CALDEIRA, S. A. F; MENDONÇA, E. A. F; DINIZ, N. N. Caracterização e Avaliação da Qualidade dos Frutos de Teca (*Tectona grandis* L.f.) Produzidos no Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 22, nº 1, p.216-224, 2000.

CASA e CIA ARQU. Madeira de Teca. Disponível em: <[http://www.casaecia.arq.br/madeira\\_teca.htm](http://www.casaecia.arq.br/madeira_teca.htm)>. Acesso em: 10 dez. 2012.

CONNER, A. H. Wood: Adhesives. Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001. 17p.

DELLA LUCIA, R. M.; MACIEL, A. S; VITAL, B. R. Qualidade de juntas coladas com lâminas de madeira oriundas de três regiões do tronco de *eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 637-644, 2006.

DRESCHER, R. **Crescimento e Produção de *Tectona Grandis* Linn F., em Povoamentos Jovens de Duas Regiões do Estado de Mato Grosso-Brasil**. 2004. 133p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ECOINDIA. Teak Tree. Disponível em:<<http://www.ecoindia.com/flora/trees/teak-tree.html>>. Acesso em: 08. Dez. 2012.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Teak in the world 2010. Disponível em:<[http://web.catie.ac.cr/conferencia\\_teca/presentaciones/Sesion\\_2\\_1.pdf](http://web.catie.ac.cr/conferencia_teca/presentaciones/Sesion_2_1.pdf)>. Acesso em: 09 dez. 2012.

FLORESTECA. Plano de Manejo Florestal 2012. 2012, 22p. Jangada, MT.

FRIHART, C. R. **Wood adhesion and adhesives**. USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI. 66p. 2005.

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

GOMES, E. J.; Resistência a penetração do solo em sistemas de plantio de *Tectona grandis* L. L. (Teca) no cerrado do estado de Minas Gerais. **Revista Eletrônica de Engenharia Florestal**, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça-FAEF. Ano 3, n. 5, 2005. São Paulo.

GRACE, J. K., YAMAMOTO, R. T. Natural resistance of Alaska-cedar, redwood, and teak to Formosan subterranean térmites. **Forests products journal**, v. 44, No. 3. 2004.

HENKEL. Adesivo PVAc Cascorez. **Boletim técnico**, n 1301. 2007, 5p.

IPT: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Disponível em: <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras/78.htm](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/78.htm)>. Acesso em 10 nov. 2012.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**. 2000. 291f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2000.

KOKUTSE, A. D.; STOKES, A.; BAILLÉRES H.; KOKOU K.; BAUDASSE, C. Decay resistance of Togolese teak (*Tectona grandis* L.f) heartwood and relationship with colour. **Springer-Verlag**. 2006. Volume 20, Issue 2 , pp 219-223.

LETTO MÓVEIS. Portas e painéis (TECA), 2008. Disponível em: <<http://lettomoveis.blogspot.com.br/search/label/Portas%20e%20Pain%C3%A9is%202008>>. Acesso em 10 dez. 2012.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; CARNEIRO, A. C. O. Características anatômicas e química da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 123-129, 2007.

LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S.M.B.; LONGUI, E.L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. **Revista Cerne**, Lavras, v. 15, n. 2, p. 244-250, 2009.

LOPES, M. C. **Espectroscopia no Infravermelho próximo aplicada na avaliação de painéis de Madeira colados lateralmente**. 2008. 130p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2008.

LORENZI, H; SOUZA, H. M; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas do Brasil: Madeiras, ornamentais e aromáticas**. Instituto Plantarum. 2003. 368p.

LUKMANDARU,G.; ASHITANI, T.;TAKAHASHI, K. Color and chemical characterization of partially black-streaked heart-wood in teak (*Tectona grandis*). **Journal of Forestry Research**, 2009. p377–380.

MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; VENTURIM, N.; SALGADO, B. G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f (Teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. Lavras: **Revista Cerne**, 2005.

MADEIRA TOTAL. Teca quer ser a vedete das florestas. Disponível em: <<http://www.madeiratotal.com.br/noticia.php?id=12130&volta=noticias.php?cat=64>>. Acesso em: 27 dez. 2012.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453p.

MARTINS, D. A. L. **Caracterização de madeiras exóticas para acabamento com vernizes aquosos**. 2008. 75p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade de Porto, Porto.



MIDGLEY, S; BLYTH, M.; MOUNLAMAI, K.; MIDGLEY, D.; BROWN, A. **Towards improving profitability of teak in integrated smallholder farming systems in northern Laos**. Australian Center for International Agricultural Research. Canberra. 2007.

MORAES, J. Departamento de Química e Instituto de Ciências Agrárias Mediterrâneas. UE. O valor do pH. Disponível em: <[http://www.videos.uevora.pt/quimica\\_para\\_todos/valor\\_ph.pdf](http://www.videos.uevora.pt/quimica_para_todos/valor_ph.pdf)>. Acesso em 18 dez. 2012.

MORESCHI, C. D. **Propriedades tecnológicas da madeira**. Departamento de Engenharia e Tecnologia da UFPR. 2010. 177 p.

PANDEY, D.; BROWN C. Teak: A global overview. **Forest Resources**, Development Service. Unasilva, vol. 51. FAO. 2000.

PIMENTEL, M. M; SELEGATO P. A. M; GARCIA, J. N; LIMA, I. L. Variação de Propriedades da Madeira de *Tectona grandis* Linn.F (TECA) em função do espaçamento e da posição radial na tora. **IF Sér. São Paulo**, n. 36, p.19-24, jul. 2008.

PIZZI, A. **Wood Adhesives: Chemistry and Technology**. New York: Marcel Dekker, 1983. 364p.

PLASTER, O. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; Abrahão, C. P.; Braz, R. L. Comportamento de juntas coladas da madeira serrada de *Eucalyptus* sp. **Cerne**, Vol. 14, Núm. 3, julho-septiembre, 2008, pp. 251-258. Lavras.

PORTAL DA MADEIRA. Espécies de madeira. Teca. Disponível em: <<http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2009/11/especies-de-madeira-teca.html>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

REMADE. **Revista da Madeira**. Adesivos. Adesivos vinílicos apresentam soluções para madeira, 2007. Disponível em:

<[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1059&subject=Adesivos&title=Adesivos%20vin%EDlicos%20apresentam%20solu%E7%F5es%20para%20madeira](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1059&subject=Adesivos&title=Adesivos%20vin%EDlicos%20apresentam%20solu%E7%F5es%20para%20madeira)>. Acesso em 19 dez. 2012.

REMADE. **Revista da Madeira**. Mercado. Teca. Projetos com madeira de Teca crescem no Brasil, 2006. Disponível em:

<[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=842&subject=Mercado%20%20Teca&title=Projetos%20com%20madeira%20Teca%20crescem%20no%20Brasil](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=842&subject=Mercado%20%20Teca&title=Projetos%20com%20madeira%20Teca%20crescem%20no%20Brasil)>. Acesso em: 11 dez. 2012.

REVISTA NÁUTICA. Construção. Madeira Teca. Disponível em: <<http://www.nautica.com.br/forum/viewtopic.php?f=2&t=8531>>. Acesso em: 08 dez. 2012.

SANTOS, C. M. T.; DEL MENEZZI, C. H. S. Efeito da gramatura sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola de duas madeiras tropicais: seru (*allantoma lineata*) e marupá (*simarouba amara*). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 2, p. 345-354, abr./jun. 2010.

SANTOS, L. L. **Caracterização tecnológica da madeira juvenil de *Tectona grandis* L.f. visando a produção de móveis**. 2010. 37p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Espírito, Jerônimo Monteiro – ES.

SILVA, D M. R. **Avaliação das propriedades físicas e da elasticidade da Madeira de *Tectona Grandis* Linn F. Proveniente de Povoamento com Três Densidades de Plantio em Cáceres-MT**. 2010. 24 Fl. Monografia (Engenharia Florestal)- Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF. Recursos Florestais. As Florestas Plantadas. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acesso em: 11 dez. 2012.

SUTIGNO, P. Effect of Aqueous Extraction of Wood-wool on the Properties of Wood-wool Cement Board Manufactured from Teak (*Tectona grandis*). Wood–Cement Composites in the Asia–Pacific Region. **In:** Workshop held at Rydges Hotel, 2000. **Anais do...** Canberra, 2000.p24-28.

TECHNICAL ASSOCIATION FOR THE WOLDWIDE PULP, PAPER AND CONVERTING INDUSTRY -TAPPI. **TAPPI-207: Water solubility of wood and pulp.** Atlanta; 1993.

TECHNOLOGY PROFILE. Using adhesives on Wood-Best practices. Disponível em:<[http://www.valuetowood.ca/imports/pdf/en/tech\\_profiles/TP-09-03E\\_Using%20Adhesives%20on%20Wood%20web.pdf](http://www.valuetowood.ca/imports/pdf/en/tech_profiles/TP-09-03E_Using%20Adhesives%20on%20Wood%20web.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2012.

TROPICAL FLORA. Reflorestadora. Reflorestamento. Teca. Disponível em: <[http://www.tropicalflora.com.br/tropicalflora/pt/ajaxDetTexto.php?codtexto=32&codcategoria=4&codmenu\\_categoria=4&codmenu\\_subcategoria=17=>](http://www.tropicalflora.com.br/tropicalflora/pt/ajaxDetTexto.php?codtexto=32&codcategoria=4&codmenu_categoria=4&codmenu_subcategoria=17=>)>. Acesso em 12 dez. 2012.

ZANCHET MADEIRAS. Pisos em madeira. Pisos de teca. Disponível em: <<http://www.zanchet.com.br/site/index.php?p=pages/produtos/pisos-em-madeira/piso-de-teca.php> 2012>. Acesso em: 10 dez. 2012.

ZANIN, D. K. **Feasibility of teak production for smallholders in eastern Panamá.** 2005. 147p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Michigan Technological University, Michigan.

## **Apêndices**

**APÊNDICE A – Estatística descritiva para Solubilidade em Água Fria – SAF**

Tratamento Idade	N	Média	Desvio Padrão	Coef. De variação	Mínimo	Máximo
10	3	1,39	0,0556776	4,01%	1,33	1,44
14	3	1,6367	0,0832666	5,09%	1,57	1,73
Total	6	1,5133	0,14922	9,86%	1,33	1,73

**APÊNDICE B – Análise de Variância – ANOVA para SAF**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	P
Entre Grupos	0,0912667	1	0,0912667	18,19	0,013
Dentro dos Grupos	0,0200667	4	0,0050167		
Total (Corr.)	0,111333	5			

**APÊNDICE C – Estatística descritiva para pH na Solubilidade em Água Fria**

Tratamento Idade	N	Média	Desvio Padrão	Coef. De variação	Mínimo	Máximo
10	3	7,3967	0,0208167	0,28%	7,38	7,42
14	3	6,7833	0,0251661	0,37%	6,76	6,81
Total	6	7,09	0,336571	4,75%	6,76	7,42

**APÊNDICE D – Análise de Variância – ANOVA para pH na SAF**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	P
Entre Grupos	0,564267	1	0,564267	1058	0
Dentro dos Grupos	0,0021333	4	0,0005333		
Total (Corr.)	0,5664	5			

**APÊNDICE E – Estatística descritiva para Solubilidade em Água Quente – SAQ**

Tratamento Idade	N	Média	Desvio Padrão	Coef. De variação	Mínimo	Máximo
10	3	2,91	0,043589	1,50%	2,86	2,94
14	3	3,36	0,176918	5,27%	3,2	3,55
Total	6	3,135	0,272085	8,68%	2,86	3,55

**APÊNDICE F – Análise de Variância – ANOVA para SAQ**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	P
Entre Grupos	0,30375	1	0,30375	18,3	0,0129
Dentro dos Grupos	0,0664	4	0,0166		
Total (Corr.)	0,37015	5			

**APÊNDICE G – Estatística descritiva para pH na Solubilidade em Água Quente**

Tratamento Idade	N	Média	Desvio Padrão	Coef. De variação	Mínimo	Máximo
10	3	5,95	0,01	0,17%	5,94	5,96
14	3	5,3333	0,011547	0,22%	5,32	5,34
Total	6	5,6417	0,3379	5,99%	5,32	5,96

**APÊNDICE H – Análise de Variância – ANOVA para pH na SAQ**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	P
Entre Grupos	0,570417	1	0,570417	4889,29	0
Dentro dos Grupos	0,0004667	4	0,0001167		
Total (Corr.)	0,570883	5			

**APÊNDICE I - Estatística descritiva para Teor de Umidade – TU**

Tratamento Idade	N	Média	Desvio Padrão	Coef. De variação	Mínimo	Máximo
10	13	10,1077	1,55159	15,35%	8,3	12,8
14	13	8,98462	1,32467	14,74%	7,0	11,1
Total	26	9,54615	1,52505	15,97%	7,0	12,8

**APÊNDICE J – Análise de Variância – ANOVA para TU por tratamento**

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	P
Entre Grupos	8,198	1	8,198	3,94	0,0587
Dentro dos Grupos	49,946	24	2,0811		
Total (Corr.)	58,145	25			

**APÊNDICE K** – Estatística descritiva para Massa específica aparente

Tratamento						
Idade	N	Média	Desvio Padrão	Coef. De variação	Mínimo	Máximo
10	13	0,60	0,05781	9,57%	0,53	0,68
14	13	0,60	0,01801	2,99%	0,57	0,62
Total	26	0,60	0,04198	6,97%	0,53	0,68

**APÊNDICE L** - Análise de Variância – ANOVA para Massa específica aparente

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	P
Entre Grupos	0,0000615385	1	0,0000615385	0,03	0,8562
Dentro dos Grupos	0,044	24	0,00183333		
Total (Corr.)	0,0440615	25			

**APÊNDICE M** – Estatística descritiva para a resistência da colagem ao cisalhamento por compressão na linha de cola

Tratamento						
Idade	N	Média	Desvio Padrão	C. V.	Mínimo	Máximo
10	25	4693,7	1906	40,61%	1595,3	7986,7
14	25	1991,9	1482,4	74,42%	462,8	4458,3
Total	50	3342,8	2172,1	64,98%	462,8	7986,7

**APÊNDICE N** – Análise de Variância – ANOVA para a resistência da colagem ao cisalhamento por compressão na linha de cola

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	p
Entre grupos	9,12E+07	1	9,12E+07	31,3	0
Dentro dos grupos	1,40E+08	48	2,92E+06		
Total (Corr.)	2,31E+08	49			

**Anexos**



## ANEXO A - Boletim técnico do adesivo PVAc – Cascorez fabricado pela empresa Henkel para colagem de madeira sólida



<b>Cascorez</b>	<b>No. BT: 1301</b> Emissão: A Revisão: 2 Data: 29 / Março / 2007 Folha: 1 de 5
-----------------	---

### BOLETIM TÉCNICO

ADESIVO EM EMULSÃO AQUOSA À BASE DE POLIACETATO DE VINILA (PVAc), PARA COLAGENS DE ARTEFATOS DE MADEIRA, E MATERIAIS POROSOS EM GERAL

<b>Especificações</b>	
Aspecto do Produto	Líquido leitoso branco, viscoso, livre de grumos e/ ou materiais estranhos e odor característico de acetato de vinila.
Aspecto do Filme Seco	Levemente esbranquiçado, rígido, isento de pontos com média resistência térmica e baixa resistência à umidade.
Teor de Sólidos, %	40,0 – 43,0
Viscosidade Brook. LVF -25°C, cP	3000 - 7000
pH a 25°C	4,0 – 5,0
T.M.F.F. °C	12
Tipo de polímero	Homopolímero
Formaldeído	Isento
Produto sem características tóxicas com relação à manipulação ou inalação, não devendo, entretanto, ser ingerido ou colocado em contato com partes sensíveis do corpo.	

#### 1. FINALIDADE:

Adesivo vinílico indicado para colagens de artefatos de madeira, laminados plásticos (Fórmica, Formiplac, Perstop), papel, papelão, cartuchos (não envernizados), sacos de papel e materiais porosos em geral, devendo ser utilizado pelos processos convencionais de colagem (prensagem a frio e a quente).



## Cascorez

No. BT: 1301

Emissão: A

Revisão: 2

Data: 29 / Março / 2007

Folha: 2 de 5

### 2. APLICAÇÃO – PASSO A PASSO:



2.1. Prepare as superfícies a serem coladas, as quais devem estar limpas, perfeitamente planas e secas e com teor de umidade entre 8 e 15%.



2.2. Aplique o adesivo em uma das superfícies, em camadas uniformes. A aplicação pode ser efetuada através de coladeiras mecanizadas, ou manualmente, utilizando-se trincha, rolo, espátula, etc.



2.3. Junte as partes imediatamente para evitar a secagem precoce do adesivo e assim comprometendo a colagem.



2.4. Mantenha as partes sob pressão, ou seja, prensadas (prensa fria ou quente\*) de modo que as peças fiquem unidas até a secagem completa.  
(\* ) vide tabela anexo.



<b>Cascorez</b>	<b>No. BT: 1301</b> Emissão: A Revisão: 2 Data: 29 / Março / 2007 Folha: 3 de 5
-----------------	---

### MONTAGEM DE PAINÉIS

TIPO DE PRENSA	TEMPERATURA DE TRABALHO	CONDIÇÕES DE PRENSAGEM			TEMPO DE CURA APÓS PRENSAGEM
		TIPO DE MADEIRA	PRESSÃO APLICADA	TEMPO DE PRENSAGEM	
F R I A	ACIMA DE 12°C	BAIXA DENSIDADE (mole) até 500 kg/m <sup>3</sup> (*)	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	3 a 4 horas	MÍNIMO 24 HORAS
		MÉDIA DENSIDADE (média) até 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	10 a 13 kg/cm <sup>2</sup>		
		ALTA DENSIDADE (dura) acima 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	13 a 20 kg/cm <sup>2</sup>		
QUENTE	ENTRE 60 e 90°C	BAIXA DENSIDADE (mole) até 500 kg/m <sup>3</sup> (*)	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	2 a 5 minutos	MÍNIMO 12 HORAS
		MÉDIA DENSIDADE (média) até 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	10 a 13 kg/cm <sup>2</sup>		
		ALTA DENSIDADE (dura) acima 750 kg/m <sup>3</sup> (*)	13 a 20 kg/cm <sup>2</sup>		
FINGER JOINT	ACIMA DE 10°C	BAIXA, MÉDIA E ALTA DENSIDADES	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	IMEDIATO	MÍNIMO 8 HORAS

(\*) 10 a 12% de umidade.

### LAMINAÇÃO

TIPO DE PRENSA	TEMPERATURA DE TRABALHO	CONDIÇÕES DE PRENSAGEM			TEMPO DE CURA APÓS PRENSAGEM
		SUBSTRATO	PRESSÃO APLICADA	TEMPO DE PRENSAGEM	
F R I A	ACIMA DE 12°C	LAMINADO DECORATIVO	4 a 6 kg/cm <sup>2</sup>	de 30 minutos a 2,0 horas	MÍNIMO 12 HORAS
		LAMINAÇÃO COM MADEIRA	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>	de 30 minutos a 1,0 hora	
		ESTRUTURAS MULTILAMINADAS	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	de 30 minutos a 2,0 horas	MÍNIMO 24 horas
QUENTE	ENTRE 50°C e 90°C	LAMINADO DECORATIVO	4 a 6 kg/cm <sup>2</sup>	1 a 3 minutos	MÍNIMO 3 HORAS
		LAMINAÇÃO COM MADEIRA	6 a 10 kg/cm <sup>2</sup>		
		ESTRUTURAS MULTILAMINADAS	10 a 15 kg/cm <sup>2</sup>	Distância até a linha de cola mais profunda, em mm, transformada em minuto, mais 10%	MÍNIMO 12 HORAS



<b>Cascorez</b>	<b>No. BT: 1301</b> Emissão: A Revisão: 2 Data: 29 / Março / 2007 Folha: 4 de 5
-----------------	---

### 3. RECOMENDAÇÕES:

- ✓ Não basta que as peças possuam umidade dentro da faixa 8 a 15%. É muito importante que os componentes a serem colados possuam a mesma umidade entre si, pois, do contrário, poderá haver um sensível comprometimento da qualidade da colagem.
- ✓ Não ultrapassar o período de, aproximadamente, 5 minutos, entre a montagem dos painéis e a sua prensagem. Este procedimento evita a secagem precoce do adesivo.
- ✓ Recomendados que o Adesivo CASCOREZ, não entre em contato com materiais ferrosos em nenhuma etapa do processo de colagem; portanto, partes da máquina que entram em contato direto com o adesivo úmido (coleiro, aplicador, etc.), devem ser feitas de materiais adequados, como: aço inox, nylon, etc. O contato do adesivo úmido com materiais ferrosos faz com que ocorra um escurecimento posterior da linha de colagem.
- ✓ **IMPORTANTE:** Se a colagem for realizada em dias frios, o Adesivo CASCOREZ deve ser aquecido a temperaturas acima de 10°C, antes de ser aplicado. Caso esse procedimento não seja seguido, a adesão será seriamente comprometida, podendo até ocorrer descolagem.
- ✓ A colagem de madeiras de alta densidade em prensas de alta frequência não é aconselhável.

### 4. RENDIMENTO:

- ✓ Para montagem: 160 a 200 g/m<sup>2</sup>
- ✓ Para laminação: 100 a 150 g/m<sup>2</sup>

### 5. CLASSIFICAÇÃO DO ADESIVO:

O Adesivo CASCOREZ classificá-se no nível de colagem D-1, conforme "EN-204".

### 6. EMBALAGEM:

Adesivo Cascorez: Embalagens de 0,500 kg, 1 kg, 5 kg, 10 kg, 20 kg e 50 Kg.

### 7. PRECAUÇÕES:

#### INFORMAÇÕES GERAIS

Produto sem características tóxicas com relação à manipulação ou inalação, não devendo, entretanto, ser ingerido ou colocado em contato com partes sensíveis do corpo. Produto não classificado como perigoso, não requerendo indicações especiais.



<b>Cascorez</b>	<b>No. BT: 1301</b> Emissão: A Revisão: 2 Data: 29 / Março / 2007 Folha: 5 de 5
-----------------	---

#### **8. ARMAZENAGEM:**

O produto tem vida útil de 24 meses em condições normais de estocagem, entre 5 °C e 30 °C, em ambiente ventilado, protegido de intempéries e na embalagem original. Durante o transporte, o produto pode ser mantido em condições adversas às determinadas acima, desde que não ultrapassem a um período de 5 (cinco) dias. Faça rotação de estoque. Utilize sempre o produto mais antigo.

#### **9. CLASSIFICAÇÃO PARA TRANSPORTE:**

O Adesivo CASCOREZ não está classificado como líquido inflamável, corrosivo ou agressivo, portanto não se enquadra como produto perigoso.

#### **10. FOLHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA (FISPQ):**

A Henkel dispõe da "FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS" (FISPQ), para fornecimento, com detalhes de segurança e proteção individual, relativos à sua linha de produtos, favor entrar em contato com o nosso SAC – Serviço de Atendimento ao Cliente.

**Para maiores informações, entre em contato com nosso Serviço de Atendimento ao Cliente:**

**Tel (0XX15) 3263-9174 / 0800-115010**  
**Ou visite nosso site: [www.albaadesivos.com.br](http://www.albaadesivos.com.br)**