

**INOVA****V Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia**
De 19 a 21 de outubro de 2021PLANALTO NORTE
CENTRO DE EDUCAÇÃO DO
PLANALTO NORTE

AVALIAÇÃO COMPARADA DOS PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM NA COLAGEM LATERAL DE PAINÉIS DE MADEIRA DE *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*

ADRIANO BOLGENHAGEN – adrianobolgenhagen@gmail.com
UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS - UNIVILLE

JOÃO CARLOS FERREIRA DE MELO JÚNIOR - jcmelo_wood@hotmail.com
UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE, DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - UNIVILLE

NOELI SELLIN - nsellin@yahoo.com.br
UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PROCESSOS - UNIVILLE

Resumo

*O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência e a interação madeira-adesivo da linha de cola em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda* colados lateralmente com adesivo a base de emulsão polimérica de isocianato (EPI). Na produção das uniões das peças de madeiras foram empregados diferentes processos de usinagem (moldureira, lixa e serra), peças com teores de umidade (8 e 15 %) e dimensões (ripas com espessura 45 e 60 mm). Como resultados das análises anatômicas, observou-se que as duas espécies de pinus não apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$), e fatores como a densidade da madeira e teor de umidade das ripas não influenciaram as propriedades mecânicas dos painéis. A resistência ao cisalhamento das espécies de *P. elliottii* e *P. taeda* foram de 137,03 e 149,36 kgf/cm², respectivamente, obtidas pela colagem de ripas de 60 mm, atendendo os requisitos mínimos exigidos resistência mecânica da colagem.*

Palavras-chave: Colagem lateral, Emulsão polimérica de isocianato, Propriedades mecânicas dos painéis de madeira.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies plantadas com intuito comercial no Brasil, destacam-se o *Eucalyptus* com 72,0% e *Pinus* com 20,7% do total plantado. A Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente - ABIMCI (2019) destaca os seguintes produtos oriundos dessa base florestal plantada: compensados; madeira serrada; lâminas; e produtos de maior valor agregado (PMVA) tais como pisos, e painéis sarrafeados. *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* são as principais espécies em plantios comerciais de pinus no Brasil, uma vez que apresentaram rápido crescimento e boas práticas de silvicultura (IBA, 2016).

O xilema secundário é um tecido vegetal formado por uma sequência de atividades mitóticas do câmbio, termo este que é usado para designar a palavra madeira (MELO JR., 2012). De acordo com Fogaça (2014) são estes elementos que determinam a densidade da madeira que é uma das principais características na influência e determinação dos parâmetros de colagem da madeira. A propriedade de resistência mecânica das juntas coladas se relaciona com a condição de movimentação do adesivo para o interior da estrutura da madeira. Portanto, a ação da anatomia da madeira no funcionamento da colagem está relacionada à porosidade, à densidade e à permeabilidade (ALMEIDA, 2013).

A textura superficial grosseira da madeira absorve maior quantidade de cola, resultando numa baixa resistência. Por outro lado, madeira com densidade muito alta e superfície muito lisa não possibilita a interação do adesivo (PRATA, 2010).

Segundo Lopes *et al.* (2013), a reconstituição de painéis colados faz com que a indústria madeireira ganhe destaque no caráter ambiental a partir do aproveitamento da matéria-prima e fomentado o desenvolvimento de novas tecnologias, como por exemplo, a produção dos painéis EGP (da abreviação do termo em inglês, *Edge Glued Panel*). Para Lopes *et al.* (2013), cerca de 70% dos produtos da indústria madeireira utilizam tecnologias de colagem, o que explica a crescente substituição da madeira maciça por artigos derivados como painéis com colagem lateral e emendas *finger joint* (pequenos dentes, com encaixe macho-fêmea, que unem duas peças de madeira). No mercado nacional, os painéis com colagem lateral são fabricados empregando adesivos como poliacetato de vinila (PVAc) e emulsão polimérica de isocianato (EPI) (ALMEIDA, 2013; CARVALHO, 2016).

Com o aumento da conscientização ambiental e a busca pela redução dos custos, o processamento de madeira secundária é uma necessidade e apresenta-se como um desafio para o desenvolvimento de alternativas na substituição da madeira *in natura* (ABIPA, 2020; MOTTA *et al.*, 2014). Desse modo, o aprimoramento de técnicas de processamento pela indústria inclui melhorias que envolvem desde o plantio até beneficiamento, bem como o acréscimo de conhecimentos científicos de produção eficazes para melhorar a interação madeira-adesivo no desenvolvimento de painéis com maior estabilidade dimensional e resistência mecânica (ALMEIDA, 2013; BILA, 2014; FONTE, 2016).

2. MATERIAL E MÉTODOS

No estudo foram usadas madeiras das espécies *Pinus elliottii* e *taeda* em condições paramétrica similares e idade de corte de 15 anos, com corte tangencial e diâmetro na altura do peito (DAP) aproximado de 25 cm. Secas em estufa com ventilação forçada (4,0 m/s) e



acondicionadas em três estágios de 24 horas : 45, 50 e 60 ° C, obtendo teor médio de umidade entre 8 e 15%.

Cada lote para investigação foi de 10 m³ de onde foram retiradas 100 ripas para cada espécie de pinus, medindo 1000 x 68 x 25,4 mm (ABNT NBR 7190, 1997). Essas madeiras foram submetidas ao processo de fabricação da empresa Móveis Rudnick S.A., formando painéis seriados de produção de móveis para exportação com colagem lateral (EGP) e topo do tipo *finger joint*. A madeira foi recebida e acondicionada em um depósito com temperatura e umidade controlada, usinada mecanicamente em processos com moldureira fresadora, lixa e serra, produzindo peças com as faces acabadas, com dimensões finais de 45 mm e 60 mm de largura e comprimento abaixo de 600 mm. Para determinação do número de amostras dos ensaios, foi utilizada NBR 7190 (1997).

Na fabricação dos painéis EGP, empregou-se gramatura de cola de 220 g/m² e proporção de mistura 10/1 da cola EPI 1975 e catalisador 1993 (fabricante Akzo Nobel). Formação de painel recebendo pressão dos pratos laterais e superiores 40 e 100 BAR com ciclo de 89 segundos em prensa de alta frequência.

O planejamento experimental foi realizado a partir da análise do processo de fabricação onde as variáveis selecionadas foram: espécie de madeira - (2 espécies de Pinus – *elliottii* e *taeda*), tipo de corte (Tangencial), teor de umidade da madeira (8 e 15%), processo de usinagem (lixa, moldureira, serra), largura da ripa (45 e 60 mm) e sistema de colagem (lateral e *finger joint*).

As análises das madeiras foram de forma macroscópica e microscópica por meio dos cortes histológicos e de material macerado, foi utilizado um micrótomo de deslize Zeiss Hyrax S30, espessura de 20 µm, em corte : transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial (FOGAÇA, 2014) e visualizados em microscópio Olympus CX31e os elementos da anatomia descritiva da espécie, seguiram a metodologia de IAWA Committee (1989). Para a definição das propriedades físicas das madeiras seguiram COPANT 461 (1972) e COPANT 462 (1972).

A densidade foi determinada seguindo n amostral da NBR 14660 (2004) e método da balança hidrostática, conforme descrito na norma NBR 11941 (2003). O teor de umidade em base de massa úmida dos corpos de prova utilizados nos experimentos foi determinado por termo gravimetria em estufa, ABNT NBR 14929 (2017). O pH das madeiras foi determinado utilizando um pHmetro de Bancada 94V Q400AS Quimis e norma TAPPI 252 om-12 (2012).

As forças das tensões da secagem foram avaliadas conforme a metodologia descrita por Pratt (1974). Para cada espécie de pinus, foram utilizados 25 corpos de prova do centro da tábua. Todas as superfícies das peças usinadas foram submetidas à medição da rugosidade “Ra” (rugosidade média) e “Rz” (altura máxima do perfil de rugosidade). Foi utilizado um rugosímetro eletromecânico, marca Taylor Hobson, modelo SURTRONIC 25, com ponta esférica de diamante com diâmetro 0,2 mm (ABNT NBR 4287, 2002).

Para o teste de cisalhamento na linha cola foi realizada adaptação das normas ASTM D 5751 (1999) e a ABNT NBR 7190 (1997) uma vez que os corpos de provas foram retirados de painéis dimensionais comerciais. A resistência da lâmina de cola à tração normal da madeira seguiu procedimento descrito pela norma ABNT NBR 7190 (1997) e os corpos de prova usados para tração da emenda finger seguiram os parâmetros descritos na norma ASTM 5572 (2006), submetidos à ao pré-tratamento à seco.

Para cada variável considerada foram obtidas a média e o respectivo desvio padrão. Seguido o teste da normalidade dos dados de Shapiro-Wilks, foram aplicados os testes t de Student e o teste de Kruskal-Wallis, respectivamente para dados referentes à anatomia e às propriedades físicas da madeira com ou sem distribuição normal. Os testes consideram o nível de significância de $\alpha \leq 0,05$. Foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) para determinar a maior variância entre as variáveis selecionadas. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R studio com interface ao pacote R commander.

3. RESULTADOS

3.1 Características macro e microscópicas

A madeira do *P. elliottii* apresenta cerne e alburno bastante indistintos, com coloração amarela, grã direita, textura média grossa, anéis de crescimento definidos e crescimento excêntrico. No *P. taeda* o cerne e alburno são indistintos, coloração amarela clara, grã direita, textura média a grossa, anéis de crescimento definidos e crescimento bastante excêntrico. As propriedades organolépticas e os caracteres gerais das duas espécies apresentam características macroscópicas muito similares entre si, pois pertencem ao mesmo gênero (KLOCK, 2000).

Os traqueídeos são elementos relativamente grandes, no *P. elliottii*, apresentaram valores médios de 2596,11 μm , enquanto no *P. taeda* de 2786,17 μm . A espessura das paredes desses elementos encontrou-se valores médios do lenho juvenil de 4,12 μm (*P. elliottii*) e 5,03 μm (*P. taeda*), enquanto no lenho tardio foram de 5,13 μm (*P. elliottii*) e 7,24 μm (*P. taeda*). Ao se avaliar o aumento da espessura da parede entre os lenhos juvenil e tardio, observa-se que ocorre um aumento no espessamento com o aumento da idade. Observações similares foram feitas em estudo de Klock (2000), nos quais a espessura média dos traqueídeos no lenho juvenil foram de 5,61 a 7,48 μm (*P. elliottii*) e de 5,69 a 7,60 μm (*P. taeda*), e lenho tardio foram de 7,78 a 10,04 μm (*P. elliottii*) e de 7,44 a 11,02 μm (*P. taeda*).

3.2 Avaliação das propriedades físico-químicas

A densidade específica do *Pinus elliottii* apresentou-se uniforme, sendo encontrado valor médio de 0,489 g/cm^3 , para o *Pinus taeda*, encontrou-se o valor médio de 0,410 g/cm^3 . Os valores estes similarmente encontrados por pesquisadores em estudos com as mesmas espécies, Almeida (2013) obteve em seus estudos, densidade da madeira do híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribea* var. *hondurensis* de 0,320 g/cm^3 . Quanto menor for a densidade da madeira, maior será a porosidade da estrutura, e conseqüentemente maior será

a coesão do processo de colagem, porque o adesivo terá mais facilidade de penetrar na estrutura da madeira (FOGAÇA, 2014).

Os resultados obtidos para retratabilidade volumétrica do *Pinus elliottii* e do *Pinus taeda*, foram de 8,64 % e 8,91 %. Em relação a essa propriedade, os valores médios variam dentro de uma conformidade, conforme apresentado por Klock (2000), que afirma que em espécies de pinus é comum encontrar contrações de até 12%.

Os coeficientes de variação apresentados pelas espécies para variação volumétrica estão próximos a 10%. Em estudos de Trianoski (2012), comparando a estabilidade dimensional de sete espécies de pinus, foram obtidas contrações volumétricas de 10,64 % para o *Pinus taeda*. A retratabilidade volumétrica é uma propriedade física de grande relevância, a qual é responsável pela alteração dimensional da madeira nos processos de colagem e secagem.

O teor de umidade médio obtido variou na faixa de 7,82 e 15,02% para o *Pinus elliottii* e de 7,98 e 15,16% na espécie *Pinus taeda*, estes coerentes ao padrão requerido. O pH encontrado nas madeiras de *Pinus elliottii* e *taeda* foram de 4,81 e 4,95. Almeida (2013), em estudos com a madeira da espécie de *Pinus elliottii*, encontrou um valor médio de 3,51. Para que não ocorra a degradação da madeira, o pH do adesivo não deve ultrapassar a faixa de 2,5 a 11 (TRIANOSKI, *et al*, 2020).

As tensões de secagem estão associadas ao percentual de umidade da madeira e a alta velocidade empregada no processo de secagem (PINHEIRO, 2014). As forças das tensões foram avaliadas conforme a metodologia descrita por Pratt (1974) e não foram observadas tensões acentuadas nas duas espécies. Neste caso, apesar da madeira apresentar um gradiente de umidade que varia de 8 a 15 %, o teste de garfo não demonstrou tensões de secagem.

3.3 Rugosidade superficial

Quando analisadas as rugosidades geradas em cada processo de usinagem nas duas espécies de Pinus, é possível observar que houve diferenças significativas e processo de corte com serra apresentaram maiores valores médios. Na Figura 1 está apresentado o comparativo das duas espécies em relação à rugosidade gerada na usinagem, consequente da ANOVA e diligente ao teste de Tukey com grau de confiança de 95 %.

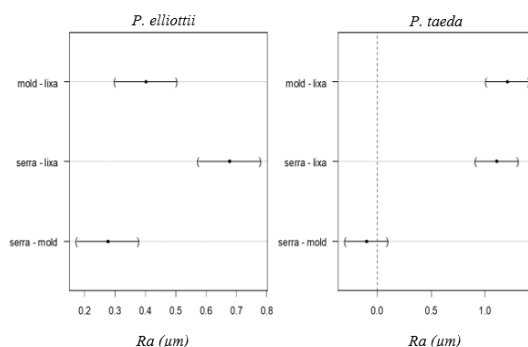


Figura 1 – Gráfico do comparativo par a par da rugosidade gerada nos processos de lixa, moldureira e serra das duas espécies de Pinus. Fonte: autoria própria.



É possível verificar através do gráfico representado na Figura 1, que houve diferença significativa nos três processos inerentes à espécie de *P. elliottii*. Os processos que envolvem a serra, tendem a proporcionar maior rugosidade. Para a espécie de *P. taeda* ocorreu diferença significativa apenas entre os processos moldureira-lixar e moldureira-serra, enfatizando madeira macia e menos resistente às ações mecânicas externas (PRATA, 2010).

3.3 Avaliação da resistência mecânica das juntas coladas

Os maiores valores encontrados para o cisalhamento paralelo a linha de cola nas espécies de *Pinus elliottii* e *taeda* foram 137,030 kgf/cm² e 149,360 kgf/cm² foram obtidos no processo de lixamento, com ripas de 45 mm e umidade de 15%. A predominância dos melhores resultados foi para a espécie *Pinus taeda*, contudo ambas espécies de madeira atenderam os requisitos mínimos estabelecidos em norma ASTM D 5751 (1999).

Os melhores resultados encontrados em painéis de *P. taeda* nos estudos de Lopes *et al.* (2013) foram 77,80 kgf/cm². Iwakiri *et al.* (2017), avaliando a resistência ao cisalhamento do adesivo poliuretano em *Pinus elliottii*, obtiveram resistência ao cisalhamento, na etapa a seco de 65,77 kgf/cm².

A maior deformação de ruptura encontrada para as amostras foi de 10,22 mm na espécie de *Pinus elliottii* para painéis com ripas de 45 mm, umidade de 15%, processo de lixamento, valor este abaixo do exigido em norma NBR 7190 (1997). Foi de 1100,320 N a força máxima no cisalhamento da linha de cola do processo com lixa ripas de 45 mm e com teor de umidade de 8%, este sendo o melhor resultado.

Os maiores valores encontrados para a resistência da linha de cola foram para *Pinus taeda* de 33,92 kgf/cm² e 28,44 kgf/cm², e foram obtidos no processo de lixamento das ripas de 45 mm de espessura e com teor de umidade de 8%. A deformação na tração variou de 0,190 a 0,327 mm nas duas espécies.

Dentre dos parâmetros avaliados, a espécie que apresentou o maior valor (262,640 kgf/cm²) de resistência à tração das emendas *finger joint* foi a espécie e *Pinus taeda*, com ripas de 45 mm, teor de umidade de 15% e processo de serra. Os resultados obtidos para as emendas *finger* para o ensaio de tração, foram comparados com o valor mínimo de resistência à tração estipulados na norma ASTM 5572 (2006), de 140,720 kgf/cm², para os ensaios realizados na condição seca. A força máxima aplicada no momento de ruptura é bastante significativa. A força de rompimento aplicada foi de 3211,34 N em uniões *finger* oriunda do processo com serra, ripa de 60 mm, teor de umidade de 8% para a espécie de *Pinus taeda*.

3.4 Análise de componentes principais (PCA)

Com a análise de componentes principais foi possível construir os gráficos bidimensionais contendo a informação estatística relevantes para cada processo de fabricação (moldureira, lixa e serra). A análise de componentes principais (PCA), referente ao processo de molduramento, mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 55,9 % da

variância total dos dados (Figura 2 e 3). A variável de força máxima à tração foi mais relacionada ao eixo principal 1, que explicou 29,8 % da variância. As variáveis de força máxima *finger* e tensão *finger* estiveram mais relacionadas ao eixo principal 2, que explicou 26,1 % da variância.

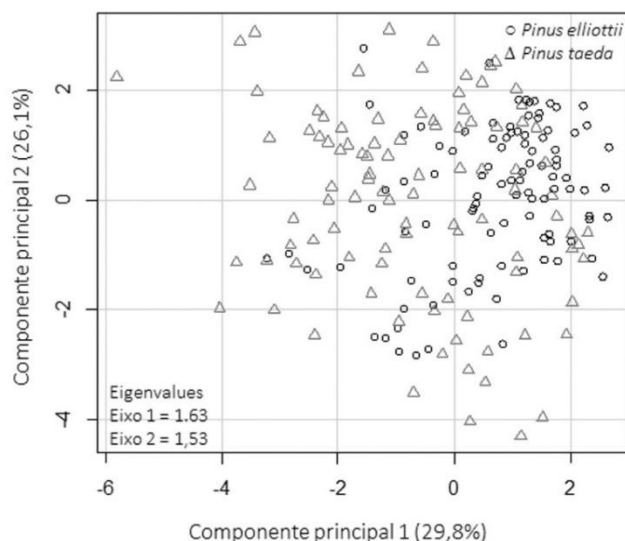


Figura 2 – Análise de componentes principais das variáveis mecânicas do processo com moldureira em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda*. Os dois primeiros eixos principais explicam 29,8 % e 26,1 % da variância dos dados. Fonte: autoria própria.

Componentes de carga	Componente 1	Componente 2
Deformação ao cisalhamento	0,04	-0,17
Deformação Finger	-0,35	-0,29
Deformação à tração	-0,28	0,15
Força máxima ao cisalhamento	0,24	-0,40
Força máxima Finger	-0,36	-0,46
Força máxima à tração	-0,46	0,21
Tensão ao cisalhamento	0,25	-0,41
Tensão Finger	-0,36	-0,46
Tensão à tração	-0,44	0,20
Desvio padrão	1,63	1,53
Porcentagem do total da variância explicada (%)	29,8	26,1

Figura 3 – Componentes principais das variáveis mecânicas do processo com moldureira em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda*. Fonte: autoria própria.

A análise de componentes principais (PCA), referente ao processo de serra, mostrou que os dois primeiros eixos explicaram 52,6 % da variância total dos dados (Figura 4 e 5). As variáveis de força máxima *finger* e tensão *finger* foram as mais relacionadas ao eixo principal 1, que explicaram 30,1 % da variância. As variáveis de força máxima à tração e tensão à tração estiveram mais relacionadas ao eixo principal 2, com 22,5 % da variância.

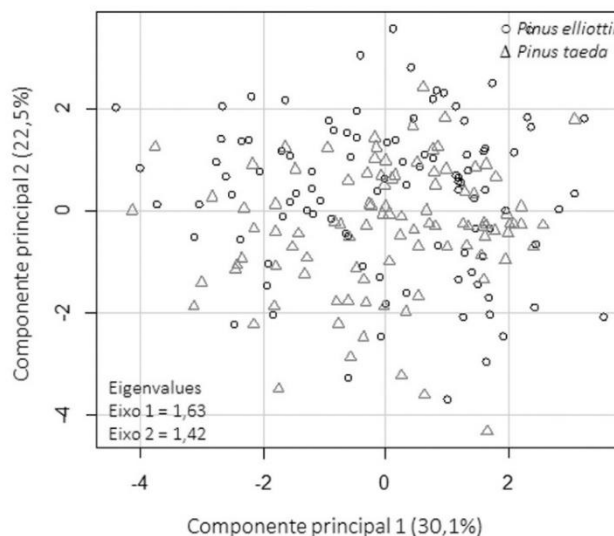


Figura 4 – Análise de componentes principais das variáveis mecânicas do processo com serra em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda*. Os dois primeiros eixos principais explicam 30,1 % e 22,5 % da variância dos dados. Fonte: autoria própria.

Componentes de carga	Componente 1	Componente 2
Deformação ao cisalhamento	0,14	-0,17
Deformação <i>Finger</i>	-0,34	0,09
Deformação à tração	-0,04	0,03
Força máxima ao cisalhamento	-0,38	-0,28
Força máxima <i>Finger</i>	-0,53	0,03
Força máxima à tração	0,08	-0,62
Tensão ao cisalhamento	-0,38	-0,28
Tensão <i>Finger</i>	-0,52	0,07
Tensão à tração	0,07	-0,63
Desvio padrão	1,63	1,42
Porcentagem do total da variância explicada (%)	30,1	22,5

Figura 5 – Componentes principais das variáveis mecânicas do processo com serra em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda*. Fonte: autoria própria.

A análise de componentes principais (PCA), referente ao processo de lixa, mostrou que os dois primeiros eixos explicaram juntos 58,5 % da variância total dos dados (Figura 6 e 7). A variável de deformação *finger* foi a mais relacionada ao eixo principal 1, que explicaram 30,3 % da variância. As variáveis de força máxima *finger* e tensão *finger* estiveram mais relacionadas ao eixo principal 2, que explicou 28,2 % da variância.

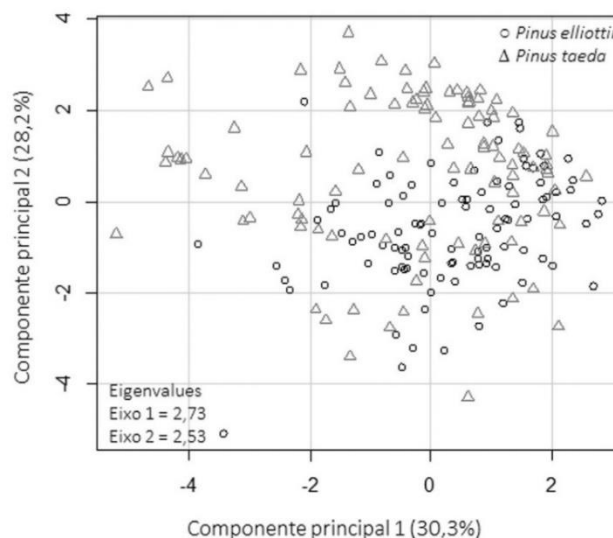


Figura 6 – Análise de componentes principais das variáveis mecânicas do processo com lixa em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda*. Os dois primeiros eixos principais explicam 30,3 % e 28,2 % da variância dos dados, respectivamente. Fonte: autoria própria.

Componentes de carga	Componente 1	Componente 2
Deformação ao cisalhamento	0,20	0,18
Deformação <i>finger</i>	-0,43	-0,28
Deformação à tração	-0,31	0,18
Força máxima ao cisalhamento	0,32	-0,37
Força máxima <i>finger</i>	-0,35	-0,44
Força máxima à tração	-0,33	0,24
Tensão ao cisalhamento	0,32	-0,37
Tensão <i>finger</i>	-0,30	-0,49
Tensão à tração	-0,34	0,25
Desvio padrão	1,65	1,59
Porcentagem do total da variância explicada (%)	30,3	28,2

Figura 7 – Componentes principais das variáveis mecânicas do processo com lixa em painéis de madeira de *Pinus elliottii* e *taeda*. Fonte: autoria própria.

Pela análise das componentes principais que representam combinações lineares de um grupo de variáveis sob estudo é possível verificar que os resultados dos ensaios apresentaram maior variância nos eixos ortogonais 1 e 2.

A variância acumulada dos dois primeiros eixos foi de 55,9 % para o processo com moldureira, 52,6 % para processo com serra e 58,5 % para processo com lixa. Nos três processos, a força máxima *finger* foi a variável mais relacionada aos melhores resultados na resistência mecânica de painéis sarrafeados.



4. CONCLUSÕES

Através das análises empregadas foi possível identificar as variáveis do processo que mais influenciam a estabilidade e resistência da colagem. Espécie de *Pinus elliottii* é mais densa, quando comparada com a espécie de *Pinus taeda*, porém a diferença de densidade não é significativa para as resistências mecânicas avaliadas.

Em decorrência da menor massa específica ligada aos elementos de anatômicos e biológicos como traqueóides, as amostras de *Pinus taeda* apresentam maior permeabilidade, o que melhora ancoramento mecânico e adesão das juntas coladas.

Os processos de usinagem com serra tendem a proporcionar melhores resultados na colagem, por apresentarem rugosidade superficial maior. As ripas com 60 mm apresentaram melhores resultados de resistência a adesão e umidade da madeira variando de 8 a 15% não apresentaram diferença significativa nos resultados das colagens.

A utilização das duas espécies atende a expectativa de qualidade exigida pelo mercado consumidor. Porém, a espécie de *Pinus taeda* apresentou melhor resistência mecânica aos esforços mecânicos, processada com serra, ripa de 60 mm e emendas de topo.

REFERÊNCIAS

- ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – **Estudo setorial 2019 da indústria de madeira processada mecanicamente**. Curitiba, 2019 .
- ABIPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. **Estudo setorial** Disponível em: <<http://www.abipa.org.br>>. Acesso em: 04/06/2020.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **Especificações geométricas do produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros da rugosidade**. NBR ISO 4287 – 2002.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Madeira – Amostragem e preparação para análise**. NBR 14660. 2004. 18 p
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Madeira – Determinação da densidade básica**. NBR 11941. 2003. 24 p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Madeira – Determinação do teor de umidade de cavacos**. NBR 14929. 2017. 17 p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projetos de estruturas de madeira**. NBR 7190. Rio de Janeiro, 1997. 107 p
- ALMEIDA, V. C. **Avaliação do potencial de uso de resíduos de madeira tropical para produção de painéis colados lateralmente – EGP**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D5572: **Standard**



Specification for Adhesives Used for Finger Joints in Nonstructural Lumber Products. 2006.

LASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D5751 – 99: (rev 2005) **Standard specification for adhesives used for laminate joints in nonstructural lumber products.** Pennsylvania, 1995. 11 p.

BILA, N. F. **Avaliação da qualidade de juntas coladas de seis espécies de madeiras tropicais da Amazônia.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 2014.

CARVALHO, M. Z. **Abordagem multivariada do comportamento das propriedades físico-químicas e caracterização de adesivos naturais à base de taninos.** Lavras: UFLA, 2016. 135 p. Tese de doutorado.

COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas – Norma 461- **Maderas: método de determinación del peso específico aparente,** 1972 (COPANT 30: 1-004, 1971)

COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas – Norma 462- **Maderas: método de determinación de la contracción,** 1972 (COPANT 30: 1-004, 1971)

FOGAÇA, A. P. **Determinação da qualidade de colagem e desempenho mecânico de painéis EGP comerciais. Trabalho de conclusão de curso** (bacharelado - Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Itapeva, 2014.

FONTE, A. P. N. **Utilização da madeira de cryptomeria japonica para a produção de painéis colados lateralmente e aplicação de acabamento superficial.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2016.

IAWA COMMITTEE. **List of microscopic features for hardwood identification.** IAWA Bulletin, v. 10, p. 220-332, 1989.

IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Indicadores de desempenho de árvores plantadas – ano base 2016.** 80 p. – Brasília, DF, 2016

IWAKIRI, S.; BILA, F. N.; TRINOSKI, R.; PRATA, G. J. Avaliação da qualidade de juntas coladas de seis espécies de madeiras tropicais da Amazônia. **FLORESTA**, [S.l.], v. 46, n. 4, p. 455-464, jan. 2017. ISSN 1982-4688.

KLOCK, U.; **Qualidade da madeira juvenil de Pinus maximinoi H. E. Moore.** 2000. 291f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000b.

LOPES, M. C.; MUNIZ, G. I. B.; MATOS, J. L. M.; TANOBE, V. O. A.; CHINASSO, C. A. F.; ROSSO, S. **Resistência da linha de cola de painéis de Pinus taeda colados lateralmente com diferentes adesivos.** CERNE [online]. 2013, vol.19, n.4, pp.613-619. ISSN 0104-7760.

MELO JR.; J. C. F. **Anatomia de madeiras históricas: um olhar biológico sobre o patrimônio cultural.** Joinville: Editora UNIVILLE, 2012.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; PAES, J. B.; ALVES, R. C.; VIDAURRE, G. B. Avaliação da resistência ao cisalhamento de juntas coladas com madeira de teca (Tectona grandis) evaluation of the shear strength of bonded joints of teak wood (Tectona grandis). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 615-621, 2014.

PINHEIRO, C. **Efeitos do teor de umidade da madeira no fresamento de Pinus elliottii.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014.

PRATA, J. G. **Estudo da viabilidade tecnológica do uso de espécies de Pinus Tropicais para produção**



INOVA

V Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia
De 19 a 21 de outubro de 2021



PLANALTO NORTE
CENTRO DE EDUCAÇÃO DO
PLANALTO NORTE

de painéis colados lateralmente (edge glued panels – EGP). Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, 2010.

PRATT, G. H. **Timber drying manual**. London: Building Research Establishment, 1974, 152p.fl

TAPPI – Technical Association Of The Pulp And Paper Industry. TAPPI 252. **pH and electrical conductivity of hot water extracts of pulp, paper, and paperboard**. Atlanta. 2012.

TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de Pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**. 2012. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TRIANOSKI, Rosilani; IWAKIRI, Setsuo y BONDUELLE, Ghislaine Miranda. **Qualidade das juntas coladas de madeira de cinco espécies de Eucalyptus com adesivos acetato de polivinila e resorcina-formaldeído**. Madera bosques [online]. 2020, vol.26, n.3