



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**HUDSON MOTA LIMA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DA USINAGEM E DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE  
*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud CULTIVADA EM PLANTIOS  
HOMOGÊNEOS**

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho  
Orientador

Seropédica, RJ  
2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**HUDSON MOTA LIMA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DA USINAGEM E DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE  
*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud CULTIVADA EM PLANTIOS  
HOMOGÊNEOS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho  
Orientador

Seropédica, RJ  
2017

**AVALIAÇÃO DA USINAGEM E DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE**  
*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud **CULTIVADA EM PLANTIOS**  
**HOMOGÊNEOS**

**HUDSON MOTA LIMA PEREIRA**

Comissão Examinadora

---

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho  
UFRRJ/IF/DPF  
Orientador

---

Eng<sup>a</sup>. Florestal Amanda Arantes Junqueira  
UFRRJ/IF/PPGCAF  
Titular

---

Eng<sup>a</sup>. Florestal Claudia de Azevedo Reis  
UFRRJ/IF/PPGCAF  
Titular

## AGRADECIMENTOS

As palavras que proferimos podem se tornar um turbilhão de sensações e momentos únicos, os quais temos a certeza de que influenciará em algum momento ou de forma constante nossas vidas.

Agradecer alguém pelo que foi realizado é um ato sublime de demonstração de maturidade, afeto, profissionalismo e uma junção dessas três coisas em alguns casos.

Com isso, primeiramente agradeço a linda família que tenho, sendo minha base para escolhas nessa vida; família essa que me deu suporte até aqui para superação dos desafios e cumprimento de metas. Agradeço especialmente a minha mãe Sandra, meu pai Celso e meu irmão Leonardo por este suporte e espero poder retribuí-los no futuro com todo o sucesso que planejo ter. Esse agradecimento vai para meus tios, tias, primos e primas e para minha avó Conceição.

Agradeço pelos amigos que tive comigo todo esse tempo na universidade, com vocês meus dias foram mais divertidos, mais vivos, mais interessantes e, com toda certeza, uma boa carga do aprendizado que tive nesses anos de rural foi devido a convivência com vocês! Amanda, Caio, Luiza, Karen, Thales, Ari, Thamires, Elyakim, Letícia, demais membros da turma 2010-2, meus mais sinceros agradecimentos.

Aos amigos que viraram família, aos que moraram até hoje comigo e aos que já moraram e hoje seguem seus caminhos de grande sucesso, com vocês aprendi conceitos interessantes de responsabilidade, controle do tempo e socialização, por isso foram essenciais para o sucesso dessa graduação e do seguimento dela até aqui. Por isso, Gerhard, Gabriel, João Flávio, Wilbert, aos que tive pouco contato, mas significantes, Fábio, João Emanuel, e aos novos integrantes Pedro, Thomas e Pablo, muito obrigado pelo companheirismo e amizade.

Agradeço aos amigos que fiz no Intercâmbio, nessa jornada também houve um aprendizado muito importante e que levo para a vida inteira, o convívio com as diferenças e a harmonia dos semelhantes, a saudade que tenho das parcerias e conversas construtivas e também dos momentos de pura zoeira são grandes, mas serão supridas em um futuro com um reencontro. Esse vai para Luis, Lucas Nogueira, Eduarda, Tarcísia, Sabrinne, Márcia, Thamiblet, Rafael, Lucas Rocha, Miguel, Francisco, Jacke, Amanda, Eliana, Sandro, Carol, Géssica, Rebeca, e demais amigos que fiz e convivi nesta fase muito importante da minha vida.

Agradeço aos amigos que fiz no retorno do Intercâmbio, sem eles a graduação não seria algo tranquilo naquela fase, com a turma que comecei se formando e eu ainda com um caminho longo a seguir, saibam que com vocês o caminho até aqui foi bem facilitado e eu agradeço muito todo o companheirismo, toda a amizade, todas as emoções passadas, sufocos e alegrias que tivemos nesse tempo! Violaine, Jucilene, José Eduardo, Renata Knupp, Juh, Humberto, Suellen, Renata Araújo, Jéssica Feitosa, Osmar, Jayna, Fernanda e grande parte da galera da 2012-2, vocês são demais!

Tenho também de agradecer aos amigos dessa vida, aos que estão e estiveram sempre comigo desde o começo, me acompanhando em momentos cruciais e aos novos amigos que fiz em todo esse tempo. Mariana, Bia, Letícia, Sebastião, Matheus S., Ramon, Romulo, Verônica, Thamires, Marcos, com vocês aprendi conceitos de forte amizade, solidariedade, paciência e bastante interação, agradeço muito a todos os amigos que já fiz nessa vida!

Agradeço a equipe do Laboratório de Processamento da madeira por me dar auxílio no preparo do experimento e ao professor Alexandre Monteiro pela orientação. Um abraço especial para Amanda, que me ajudou bastante com alguns conceitos e partes integrantes do

trabalho e para Cissa, que foi parceria nesses últimos meses, na condução do experimento e nos dados coletados!

Agradeço a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por me contemplar com todo o aprendizado desses anos e da ótima formação que tive, com certeza sendo um profissional com diferencial.

Agradeço finalmente ao meu empenho e perseverança de conseguir estar aqui agora, finalizando essa etapa da minha vida, etapa essa que irei levar para o futuro com muitas alegrias para serem lembradas e aprendendo com cada erro que cometi. Muito obrigado a todos que já passaram de alguma forma nessa minha vida e estou muito feliz de ter vivido cada momento e espero viver mais momentos gloriosos na presença de todos!

## RESUMO

O emprego de espécies nativas para atividades de usinagem é, sem dúvidas, algo desejável para o mercado moveleiro e da construção civil, devido a qualidade superior que muitas das espécies nativas já comprovaram até hoje se comparadas com as exóticas plantadas. Em um plantio homogêneo da espécie nativa *Cordia trichotoma* localizado na Reserva Natural Vale, no Estado do Espírito Santo, foram coletadas 3 árvores, afim de avaliá-las em testes de usinagem, propriedades físicas e rugosidade superficial, e compará-la com dados de *Pinus* conseguidos através da literatura, pois esta última é uma espécie que aceita bem os trabalhos de usinagem. Foram partes constituintes do processo de usinagem o aplainamento, o lixamento, a pregação, o rasgo lateral e o fendilhamento por pregos, onde a *Cordia trichotoma* foi bem na maioria dos testes e ainda teve um conceito melhor que o do *Pinus* na última operação. Já nas avaliações de suas propriedades físicas, a madeira de *C. trichotoma* obteve um valor médio para densidade e baixo para o Coeficiente de anisotropia, o que configura uma estabilidade dimensional melhor para a espécie. Por último, não houve diferença estatística entre as árvores e o *Pinus* para a avaliação da rugosidade e essa diferença foi nula também quando avaliada dentro da espécie, tendo em ambos os casos resultados significativamente positivos para a superfície da espécie, que apresentou bons números em sua rugosidade. Com isso, pode-se concluir que a madeira de *Cordia trichotoma* é de boa trabalhabilidade, possui uma boa rugosidade em sua superfície, é dimensionalmente estável, não sendo descartada a possibilidade de seu uso na indústria madeireira.

**Palavras-chave:** *Pinus elliottii*, espécie nativa, densidade básica, rugosidade, coeficiente de anisotropia

## ABSTRACT

The use of native species for machining activities is undoubtedly desirable for the furniture and construction market due to the superior quality that many of the native species have proven to date compared to the exotic ones planted. In a homogeneous plantation of the *Cordia trichotoma* native species located in the Vale Natural Reserve in the State of Espírito Santo, 3 trees were collected in order to evaluate them in tests of machining, physical properties and surface roughness, and to compare it with *Pinus* data obtained through the literature, since the latter is a species that accepts the machining work well. The planing, sanding, preaching, lateral tearing and nail splitting processes were all part of the machining process, where *Cordia trichotoma* was well in most of the tests and still had a better concept than *Pinus* in the last operation. In the evaluation of its physical properties, the wood of *C. trichotoma* obtained an average value for density and low for the Coefficient of anisotropy, which configures a better dimensional stability for the species. Finally, there was no statistical difference between the trees and the *Pinus* for the evaluation of the roughness and this difference was also zero when evaluated within the species, having in both cases significantly positive results for the surface of the species, which presented good numbers in its roughness. With this, it can be concluded that the wood of *Cordia trichotoma* is of good workability, has a good roughness on its surface, is dimensionally stable, not being ruled out the possibility of its use in the wood industry.

**Keywords:** *Pinus elliottii*, native species, basic density, roughness, coefficient of anisotropy

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 Potencial Madeireiro de Espécies Nativas .....	2
2.2 Espécie Utilizada.....	2
2.2.1 Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud. ....	2
2.3 Espécie testemunha .....	3
2.3.1 Pinus elliottii Engelm.....	3
2.4 Propriedades Físicas da Madeira.....	4
2.5 Usinagem da Madeira.....	5
2.5.1 Aplainamento .....	5
2.5.2 Lixamento.....	6
2.5.3 Teste de furação .....	6
2.6 Rugosidade .....	7
2.6.1 Rugosidade média (Ra) .....	7
2.6.2 Rugosidade máxima (Rt).....	7
2.6.3 Rugosidade total (Rz).....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1 Obtenção do Material e Confeção dos Corpos-de-Prova .....	9
3.2 Usinagem da Madeira.....	10
3.2.1 Aplainamento .....	10
3.2.2 Lixamento.....	12
3.2.3 Teste de furação .....	13
3.2.4 Teste de Rasgo Lateral .....	15
3.2.5 Teste de fendilhamento por pregos .....	16



3.3 Propriedades físicas.....	16
3.3.1 Determinação da densidade básica.....	16
3.3.2 Determinação do coeficiente de anisotropia .....	17
3.3.3 Determinação dos parâmetros de rugosidade.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1 Propriedades Físicas.....	19
4.2 Usinagem da Madeira.....	20
4.2.1. Aplainamento .....	20
4.2.2 Resultados para o teste de lixa .....	21
4.2.3. Resultados para o teste de furação.....	21
4.2.4. Resultados para teste de rasgo lateral.....	22
4.2.5 Resultados para o teste de fendilhamento por pregos .....	22
4.2.6 Médias gerais das árvores de Cordia trichotoma para todos os testes apresentados .....	23
4.3. Avaliação da rugosidade .....	24
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
8. APÊNDICE .....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Florestas nativas certificadas (FSC) no Brasil (Ha/UF) .....	2
Figura 2- Árvore de Louro pardo (esquerda) e madeira serrada de Louro pardo ao lado direito. Fonte: Theo Prado (árvore), Hudson Mota Lima Pereira (Madeira serrada). .....	3
Figura 3- Movimento de corte de uma plaina desempenadeira e peça a ser aplainada nos sentidos discordante (superior) e concordante (inferior).....	6
Figura 4- Representação da medição da rugosidade máxima (Rt) e suas respectivas rugosidades parciais (Zi).....	8
Figura 5- Representação do gráfico de rugosidade total, representado pela sigla Rt.....	8
Figura 6- Portal de entrada da Reserva Natural Vale, local de obtenção do material utilizado para as análises. ....	9
Figura 7- Amostras para testes de usinagem a esquerda e para análise de propriedades físicas a direita. ....	10
Figura 8- Plaina Baldan DPC-4 PF-32 utilizada nos testes de aplainamento.....	11
Figura 9- Amostra com o aplainamento já executado, setas indicando a direção do corte (Concordante e discordante). ....	11
Figura 10- Lixadeira de cinta Possamai PXA-7200 e processo de lixamento da peça. ....	12
Figura 11- Corpo de prova com o teste de lixamento já executado. ....	13
Figura 12- Brocas utilizadas no teste de furação, da esquerda para direita as brocas helicoidais de 6, 8 e 12 mm e a broca chata de 26 mm. ....	14
Figura 13- Realização do teste de furação, utilizando a broca helicoidal de 8mm na amostra de Cordia trichotoma. ....	14
Figura 14- Amostra da árvore de Cordia trichotoma com o teste de furação já executado.....	14
Figura 15- Furadeira horizontal RAIMANN e operação de rasgo lateral no corpo de prova de Cordia trichotoma. ....	15
Figura 16- Rugosímetro portátil digital TR200.....	18

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo de madeira para uso industrial no ano de 2015.....	4
Tabela 2- Notas para avaliação do teste de aplainamento.....	12
Tabela 3- Notas para avaliação do teste de lixa .....	13
Tabela 4- Notas para avaliação do teste de furação .....	15
Tabela 5- Notas para avaliação do teste de rasgo.....	16
Tabela 6- Notas para avaliação do teste de fendilhamento por pregos .....	16
Tabela 7- Limites de Ra (Rugosidade média) para cada valor de Cutoff .....	18
Tabela 8- Valores médios para densidade básica, obtidos nos três diferentes tratamentos.....	19
Tabela 9- Valores médios para densidade aparente, obtidos nos diferentes tratamentos.....	19
Tabela 10- ANOVA para os coeficientes de anisotropia das três árvores de Cordia e do Pinus .....	20
Tabela 11- Avaliação do teste de aplainamento das amostras da árvore 1, sendo C = sentido de concordância em relação a grã e D = sentido de discordância em relação a grã.....	20
Tabela 12- Avaliação do teste de Lixamento das amostras de Cordia trichotoma.....	21
Tabela 13- Avaliação dos testes de furação das árvores 1, 2 e 3.....	22
Tabela 14- Avaliação do teste de rasgo para as árvores de Cordia trichotoma .....	22
Tabela 15- Notas do teste de fendilhamento por pregos das árvores 1,2 e 3 .....	23
Tabela 16- Comparação das médias dos testes de usinagem das três árvores.....	23
Tabela 17- Desempenho de Pinus caribaea em operações de aplainamento, lixamento, furação para cavilha e dobradiça, fresamento lateral e fixação por prego .....	24
Tabela 18- ANOVA entre as médias de valores de rugosidade para as três árvores de Cordia trichotoma .....	24

# 1 INTRODUÇÃO

Em busca de novas alternativas para a indústria madeireira estudos estão sendo cada vez mais difundidos em torno do potencial madeireiro das espécies nativas brasileiras, afim de verificar a viabilidade de seu uso para as atividades já desempenhadas por Pinus e Eucalipto, testando os resultados de sua usinagem e observando suas propriedades físicas, o que é de extrema importância para se obter uma boa base metodológica para realizar essa substituição.

A madeira nativa certificada, que muitas vezes se enquadra no conceito usual de “madeira de lei”, é sem dúvidas um produto muito visado no mercado, visto que são de muitas vezes com qualidade superior as madeiras de Pinus e Eucalipto, porém há ainda uma grande barreira para a exploração certificada de florestas nativas, fazendo com isso que a madeira nativa perca espaço para as madeiras de florestas plantadas de espécies exóticas. Segundo Zerbini (2014) a maior dificuldade para a exploração das florestas nativas é a obtenção de documentos legais de autorização para o abate e a comercialização, com isso há um crescente aumento no desmatamento de florestas nativas, gerando assim um sentimento de repúdio da sociedade quanto a importância da exploração das florestas nativas com um manejo consciente e sustentável.

Afim de popularizar ainda mais o segmento de comercialização de madeiras nativas, alguns projetos estão sendo realizados no intuito de produzir plantios homogêneos destas espécies e testá-las para variados usos. Espécies como *Cordia trichotoma* estão hoje sendo manejadas dessa forma na Reserva Natural Vale, localizada no estado do Espírito Santo, e com isso há um crescente interesse no quão bem espécies como esta podem se comportar em testes de usinagem e se suas propriedades físicas são aceitáveis para utilização.

A usinagem da madeira tem como objetivo não somente cortar a madeira em peças para diversas utilizações, mas também tem o propósito de preparar esta madeira para o uso destinado, mantendo com isso uma boa qualidade de superfície e minimizando as imperfeições causadas pelas próprias características da madeira em questão. Segundo Silva (2002) e Carvalho et al. (2010), a avaliação da qualidade da superfície usinada está atrelada ao cálculo do avanço por dente e também a observação de falhas nessa superfície e seu grau de intensidade amostrada.

Antes da usinagem é importante observar as características da própria madeira em sua estrutura anatômica, comportamento com desgastes físicos e mecânicos e sua densidade, que interfere, e muito, no processo de usinagem, dando assim uma identidade a madeira usinada, podendo os resultados serem bons ou ruins, dependendo do trabalho empregado.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a madeira da espécie *Cordia trichotoma* submetida a processos de usinagem, bem como comparar os resultados de suas propriedades físicas dentro da espécie e entre a espécie e a testemunha.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Potencial Madeireiro de Espécies Nativas

As espécies nativas são produzidas e consumidas em larga escala no Brasil, onde há uma grande oferta, principalmente na região Amazônica, sendo necessário o manejo adequado das florestas do bioma e, conseqüentemente, a coleta consciente de madeira da região. Segundo Biasi (2007), a Amazônia brasileira se mantém representando uma área aproximada de 3,6 milhões de km<sup>2</sup>, cerca de 42% da área total do Brasil, onde é estimado o número de 6000 espécies arbóreas.

É também na Amazônia legal brasileira que estão localizados 2872701,26 hectares de florestas nativas, tendo o estado do Pará praticamente a totalidade desta área (Figura 1) (ZERBINI, 2014).

#### FLORESTAS NATIVAS COM CERTIFICAÇÃO FSC NO BRASIL (HA/UF)

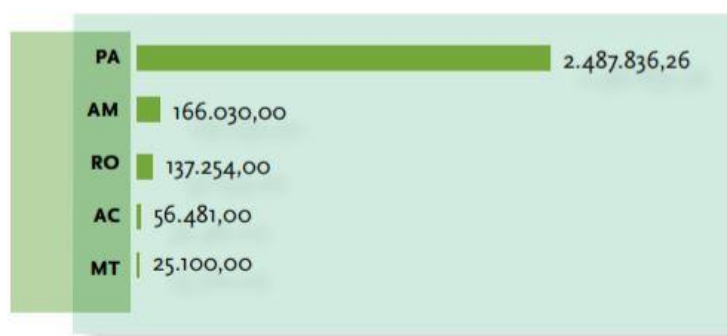


Figura 1- Florestas nativas certificadas (FSC) no Brasil (Ha/UF)

Fonte: Cenário da Madeira FSC no Brasil 2012-2013

Com relação ao cenário de produção de toras de florestas nativas, em 2012 foi obtido o número de 340 mil m<sup>3</sup> de madeira nativa certificada, enquanto em 2011, na mesma época, este número era superior a 500 mil m<sup>3</sup>, tendo como principais causas da queda de produção a instabilidade da demanda e a dificuldade de obtenção de documentos para exploração e comercialização de madeiras nativas (ZERBINI, 2014).

### 2.2 Espécie Utilizada

#### 2.2.1 *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

A espécie *Cordia trichotoma* é nativa do Brasil pertencente à família Boraginaceae. Além do Brasil, essa espécie ocorre naturalmente na Bolívia, no Equador, no Leste do Paraguai e na Argentina (CARVALHO, 2003).

Popularmente conhecida como Canela-batata (RJ), Capoeira (BA), Peterevy (Paraguai) e também como Louro-pardo (RS), dependendo da região em que se encontra (CARVALHO, 1994), *Cordia trichotoma* é descrita como uma espécie que tolera vários tipos de clima e

fertilidade do solo, tomando como exceção somente áreas encharcadas e a região amazônica (CARVALHO, 2003).

As árvores de *Cordia trichotoma* (Figura 2) chegam na altura de 20 a 30 metros, com o tronco variando em diâmetro de 70 a 90 centímetros e sua madeira possui 0,78 g/cm<sup>3</sup> de densidade aparente (LORENZI, 2016), considerada por Nogueira (2005) como sendo uma madeira pesada, por ultrapassar 0,72 g/cm<sup>3</sup> em densidade. Há disparidades sobre sua densidade básica, a exemplo pode-se citar Carvalho (1994), que afirma que a madeira de *Cordia trichotoma* possui uma densidade básica de 0,65 g/cm<sup>3</sup>, já Oliveira (2014) teve como resultado em seu trabalho a densidade básica de *Cordia trichotoma* atingindo um valor de 0,57 g/cm<sup>3</sup>.

A madeira de *Cordia trichotoma* (Figura 2) apresenta anéis de crescimento anuais apresentando dois marcadores de crescimento, caracterizados por vasos grandes associados a um parênquima marginal inicial, e outro caracterizado por vasos pequenos, que se distribuem tangencialmente no final do anel de crescimento, o que a torna conveniente para estudos que abordam correlações das larguras dos anéis de crescimento com o clima (AMANO, 2002). Lorenzi (2016) ainda afirma que a madeira dessa espécie é fortemente empregada na confecção de móveis de luxo, para revestimentos decorativos e confecção de pequenas embarcações.



Figura 2- Árvore de Louro pardo (esquerda) e madeira serrada de Louro pardo ao lado direito. Fonte: Theo Prado (árvore), Hudson Mota Lima Pereira (Madeira serrada).

Como ocorre com a maioria das espécies nativas, *Cordia trichotoma* não possui dados disponíveis a respeito de seu potencial de usinagem, o que mostra que estudos devem ser cada vez mais desenvolvidos para descoberta das vocações de espécies nativas para a exploração sustentável de suas madeiras

## 2.3 Espécie testemunha

### 2.3.1 *Pinus elliottii* Engelm

O *Pinus* é uma gimnosperma de porte arbóreo, pertencente à família Pinaceae. Segundo Little e Dorman (1954), ocorre naturalmente nas regiões da América Central e nos Estados Unidos, dando um foco maior no estado da Florida. O Brasil é um dos países

que mais consomem a madeira de espécies plantadas, sendo o Pinus a segunda mais consumida, perdendo posição apenas para o Eucalipto (Tabela 1) (IBA, 2016), com isso, utiliza-se muito a madeira dessa espécie para usinagem, confecção de painéis e para papel e celulose.

Tabela 1- Consumo de madeira para uso industrial no ano de 2015

Segmento / Segment	Milhões (m <sup>3</sup> ) / Millions (m <sup>3</sup> )			
	Eucalipto Eucalyptus	Pinus Pine	Outras Others	Total Total
Celulose e papel / Pulp and paper	65,60	8,34	0,07	74,01
Painéis reconstituídos / Panels	6,07	6,86	0,37	13,30
Indústria madeireira / Lumber	6,63	23,46	0,35	30,44
Carvão / Charcoal	21,25	-	-	21,25
Lenha industrial / Industrial firewood	48,60	3,67	-	52,27
Madeira tratada / Treated wood	1,65	-	-	1,65
Outros / Others	1,40	0,13	-	1,53
<b>Total / Total</b>	<b>151,20</b>	<b>42,46</b>	<b>0,79</b>	<b>194,45</b>

Fonte: PÖYRY (2015)

O *Pinus* também é utilizado na produção de resina, obtendo-se por meio da destilação a fração volátil chamada de terebintina e a não-volátil, chamada de breu; a terebintina é utilizada como solvente de tintas especiais e indústrias químicas e farmacêuticas, já o breu é utilizado na fabricação das tintas, vernizes, plásticos, adesivos, mas seu principal emprego é na indústria de papel como cola de breu (FLORIANO, 2008).

Quanto ao uso da madeira da espécie *P. elliotii*, Zenid (2009) descreve em seu estudo que essa variedade de Pinus é indicada para a utilização na construção civil leve interna, podendo ser empregada como forros, painéis e lambris. Tais usos são explicados pelas características de sua madeira, sendo de densidade baixa, macia ao corte, grã direita, textura fina, fácil trabalhabilidade, fácil usinagem e por permitir um bom acabamento, tendo ainda uma densidade aparente de 0,48 g/cm<sup>3</sup> e densidade básica de 0,42 g/cm<sup>3</sup> (PINHEIRO, 2014).

## 2.4 Propriedades Físicas da Madeira

Avaliar as características físicas da madeira é uma atividade muito importante, pois a partir dos resultados obtidos, têm-se as possibilidades de utilização do determinado material e como tratá-lo para prolongar sua vida útil (TREVISAN, 2007).

Dependendo das espécies avaliadas, pode-se observar diversas variações nas propriedades físicas da madeira no sentido medula à casca, se apresentando em menores ou maiores magnitudes (SILVA, 2005). Fato esse também observado quando há diferenças entre idades, pelos teores de cerne e alburno, os quais alteram significativamente a resistência a ataques por pragas, ou a resistência mecânica da mesma.

Os fatores que afetam as propriedades físicas da madeira podem ser relacionados com a própria madeira e com o ambiente em que a árvore se desenvolve (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000). Contudo, Varghese *et al.* (2000) acredita que as propriedades podem ser afetadas principalmente pela taxa de crescimento das árvores.

Dentre as propriedades físicas da madeira, pode-se destacar a massa específica como sendo a mais importante, pois está associada a maioria das outras propriedades da madeira e,

segundo Latorraca; Albuquerque (2000), por ser importante na determinação da utilização da madeira em questão. De acordo com Hellmeister (1982), esta propriedade é a mais significativa quanto a caracterização de madeiras destinadas a construção civil, fabricação de chapas e à utilização na indústria moveleira.

Outra propriedade física muito necessária para determinar a qualidade da madeira é o coeficiente de anisotropia, que é o índice mais importante para a avaliação da estabilidade dimensional da madeira, já que este material está constantemente sujeito a contrações e inchamento de acordo com as intempéries ambientais (CHIES, 2005). Os autores Durlo e Marchiori (1992) e Chies (2005) estabeleceram classificações para a madeira com base nos valores obtidos pelo coeficiente de anisotropia:

- a. 1,2 a 1,5: a madeira é considerada de excelente estabilidade dimensional.
- b. 1,5 a 2,0: a madeira é considerada de estabilidade dimensional normal.
- c. Acima de 2,0: a madeira é considerada de estabilidade dimensional ruim.

## **2.5 Usinagem da Madeira**

Segundo Burger e Richter (1991), a usinagem da madeira está atrelada a facilidade de processamento da mesma com o uso de instrumentos, desejando realizar não somente o corte, mas também produzir formas e superfícies esperadas, visando a boa qualidade da peça final da forma mais economicamente viável possível.

A padronização das operações de usinagem é um estado satisfatório para um bom rendimento das atividades, porém, tanto as características anisotrópicas quanto as diferentes propriedades físicas e mecânica da madeira dificultam essa padronização, ocasionando com isso uma queda na produtividade (JUNIOR et al., 2013).

Quando a madeira é utilizada para fabricação de móveis, a usinagem bem executada melhora o desempenho em processos de acabamento superficial e viabiliza economicamente a operação de usinagem do dado material (SILVA *et al.*, 2009).

### **2.5.1 Aplainamento**

O aplainamento de uma peça tem como objetivo principal o desempenamento da mesma, afim de tornar a superfície da peça a mais plana possível. Esta operação tem como ferramenta a plaina, que por sua vez possui dentes cortantes e realiza um movimento de corte proporcionado pela rotação do eixo-árvore da plaina desempenadeira (BRAGA, 2011). No aplainamento, o corte das lâminas é direcionado para uma só direção e a peça a ser aplainada deve ser preferencialmente cortada de acordo com a direção de suas fibras (Figura 3), espera-se com isso um trabalho facilitado da plaina, sem a grande necessidade de acabamentos massivos e demorados por conta de processos mal executados.



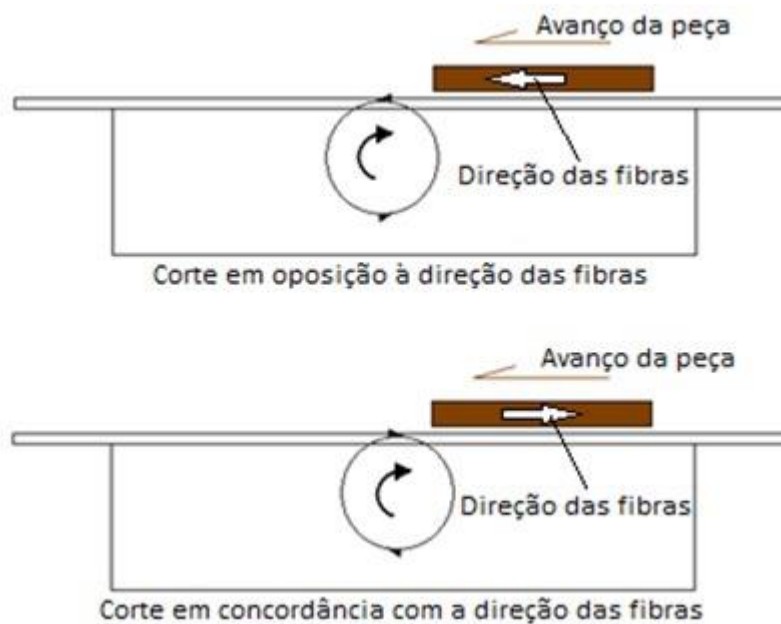


Figura 3- Movimento de corte de uma plaina desempenadeira e peça a ser aplainada nos sentidos discordante (superior) e concordante (inferior).

Fonte – SILVA, 2002

### 2.5.2 Lixamento

Outra operação também feita no processamento da madeira é o lixamento, que tem a função de tornar regular a superfície da madeira. Segundo Gonçalves (2000), é necessário realizar o lixamento das peças de madeira sempre que se realiza o corte perpendicular às fibras, pois estas se rompem e prejudicam o acabamento. Koch (1964) afirma que o processo de lixamento pode ser dividido em duas etapas, a preparação da madeira a partir de processos específicos para diminuir a aspereza de sua superfície e a segunda etapa, que se baseia em preparar a madeira para a aplicação de materiais de acabamento. O lixamento da madeira é ainda uma operação pouco teorizada, por isso são utilizados muitos conceitos práticos sem um apelo maior para melhores condições para o processo (VARANDA, 2010).

### 2.5.3 Teste de furação

No processo de furação da madeira são utilizadas brocas chatas e helicoidais de diferentes diâmetros para testar a aceitação de furos da peça a ser avaliada.

Na atividade de furação são levados em consideração fatores como o diâmetro do furo, profundidade, tolerâncias de forma e de medidas e o volume de produção (STEMMER, 1995). Na operação de furação a velocidade de penetração da broca não é uniforme, mas deve ser feita de forma lenta e gradual, para não ocasionar defeitos de manuseio do usuário.

Entre os fatores que afetam o desempenho da ferramenta durante a usinagem estão os ângulos de hélice (ângulo de saída), de ponta e de incidência. Outros fatores como diâmetro e material da ferramenta, tipo de afiação e as condições de trabalho (diâmetro do furo, profundidade, locação do furo, velocidade de corte, avanços e forças e momentos de corte) também têm papel decisivo na otimização da usinagem por furação.

Há ainda os testes para a avaliação do rasgo lateral, utilizando uma furadeira horizontal e o teste de fendilhamento por pregos, que avalia se a madeira aceita ou rejeita operações que envolvam sua pregação.

## 2.6 Rugosidade

Em operações de usinagem temos uma grande preocupação com a superfície da peça que sofre este processamento. Com isso, a superfície necessita ser avaliada de forma a caracterizar imperfeições geradas no processo de usinagem, para isso utilizamos o aspecto da rugosidade, que é definida como sendo o conjunto de desvios microgeométricos, caracterizados por pequenas saliências e reentrâncias presentes em uma superfície (PIRATELLI FILHO, 2011).

A rugosidade em superfícies de madeiras é influenciada por aspectos como o tipo de processo de usinagem empregado, a estrutura anatômica da amostra avaliada e a relação entre o lenho inicial e o lenho tardio (TAYLOR *et al.*, 1999).

Para a avaliação da rugosidade, há os chamados “filtros de rugosidade” que podem ser mecânicos ou matemáticos. O autor Piratelli Filho (2011) descreve em seu trabalho que os filtros mecânicos são aplicados por meio de uma sapata presente em instrumentos de medição, que servem para acompanhar as ondulações da superfície da peça e minimizar o efeito do desvio de forma. Já nos filtros matemáticos, são utilizadas equações matemáticas para ajustar aos resultados da medição e, com isso, corrigir o desvio de forma e as ondulações secundárias presentes na superfície da peça. Os filtros matemáticos mais utilizados nesta avaliação são: Filtros RC, filtro de Gauss, filtro Spline e a Regressão Gaussiana Robusta.

Para a medição da rugosidade, as normas NBR ISSO 4287/2002 e NBR 8404/1988 estabelecem o uso preferencial do sistema M, que consiste em determinar a rugosidade por meio de uma linha média de referência disposta na direção do perfil, dividindo esse perfil tal que a soma das áreas de cima seja igual a soma das áreas abaixo ao longo do comprimento de medição.

Há três tipos de parâmetros que podem ser determinados pela rugosidade, são eles: a amplitude, o espaçamento e o parâmetro híbrido, que junta características dos dois parâmetros anteriores. Dentro dos parâmetros de amplitude, pode-se destacar os seguintes:

### 2.6.1 Rugosidade média (Ra)

É o parâmetro mais utilizado, aplicado no controle contínuo da rugosidade na linha de produção. Geralmente em superfícies com sulcos de usinagem bem orientados e que possuam pouca responsabilidade, como no caso de acabamentos para fins estéticos apenas. É um parâmetro altamente aplicável à maioria dos processos de fabricação, mas possui como desvantagem uma grande ocorrência de erros pela distorção causada pelo filtro, já que seu valor não define a forma das irregularidades, além de não distinguir picos de vales em sua leitura. Este parâmetro é aplicado através do uso da Equação (1) (ARENCEBIA, 2009).

$$Ra = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |y(x)| dx \quad (1)$$

Onde  $y(x)$  é a função das ordenadas de afastamento.

### 2.6.2 Rugosidade máxima (Rt)

Antes tendo o símbolo  $R_y$ , modificado em 2002 pela NBR 4287, a rugosidade máxima é definida como o maior valor das rugosidades parciais ( $Z_i$ ) que se apresentam no percurso de medição ( $l_t$ ) (Figura 4).

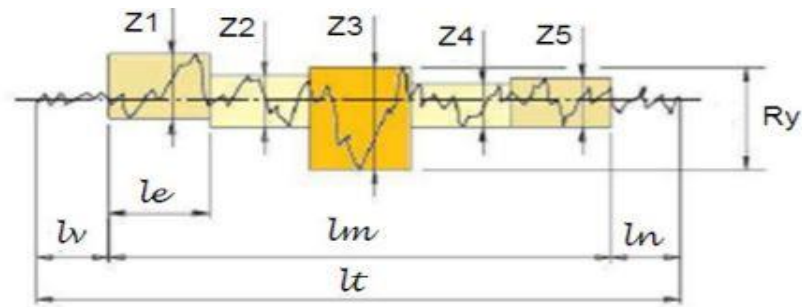


Figura 4- Representação da medição da rugosidade máxima ( $R_t$ ) e suas respectivas rugosidades parciais ( $Z_i$ ).

Fonte: FILHO, 2011

O parâmetro é amplamente empregado em superfícies de vedação, assentos de anéis de vedação e superfícies dinamicamente carregadas. Ele informa sobre a máxima deterioração da superfície vertical da peça, além de fornecer informações complementares ao parâmetro  $R_a$ . Mas pode dar uma imagem errada da superfície, pois avalia desvios bem localizados.

### 2.6.3 Rugosidade total ( $R_z$ )

Antigo  $R_t$ , hoje  $R_z$ , este parâmetro corresponde à distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais profundo no comprimento da superfície avaliada (Figura 5) (ARENCIBIA, 2009). Este parâmetro independe dos valores de rugosidade parcial, levando em consideração somente o valor máximo positivo (pico máximo) e o valor máximo negativo (vale).

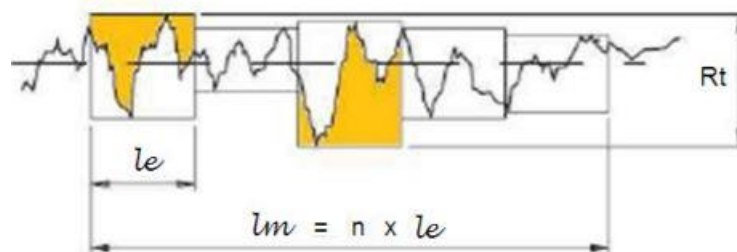


Figura 5- Representação do gráfico de rugosidade total, representado pela sigla  $R_t$ .

Fonte: FILHO, 2011

A rugosidade total considera todo o comprimento de avaliação e considera o comprimento total de avaliação, mas pode levar a resultados enganosos, pois pode apresentar vales muito profundos, o que pode mascarar a análise dessa superfície.

No geral, quanto maior os valores obtidos por esses parâmetros de avaliação da rugosidade, mais rugosa é a superfície, portanto, com mais imperfeições, o que configura um resultado não muito satisfatório.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Obtenção do Material e Confecção dos Corpos-de-Prova

Neste trabalho foram utilizadas três árvores de *Cordia trichotoma*, obtidas na área experimental da Reserva Natural Vale (Figura 6), localizada no norte do estado do Espírito Santo, na cidade de Linhares. Os plantios são constituídos de árvores nativas e são homogêneos, com espaçamentos diferenciados, contendo mais de 100 espécies nativas nestas condições. As árvores foram colhidas com idade aproximada de 30 anos.



Figura 6- Portal de entrada da Reserva Natural Vale, local de obtenção do material utilizado para as análises.

Fonte: VALE, 2010

As toras foram cortadas em pranchas com o auxílio de serra circular na serraria do Instituto de Florestas da UFRRJ e, logo em seguida, transportadas para o Laboratório de Processamento Mecânico da Madeira, localizado também no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Após a deposição das pranchas no laboratório, foram confeccionados os corpos de prova para a realização do estudo.

A princípio, foram confeccionados seis corpos de prova de usinagem com dimensões de 1,5x10x20 centímetros cada, e cinco corpos de prova de menores dimensões (3x2x5 cm) (Figura 7) para serem usados nas análises de propriedades físicas. Esta quantidade de corpos de prova foi estabelecida para cada uma das 3 árvores da espécie em questão.





Figura 7- Amostras para testes de usinagem a esquerda e para análise de propriedades físicas a direita.

Fonte: PEREIRA, H. M. L., 2017

### 3.2 Usinagem da Madeira

Nos ensaios de usinagem da madeira, os corpos de prova foram submetidos a alguns testes que, de acordo com o desempenho, mostraram a aptidão da madeira para cada utilização a qual essa possa ser exposta. São eles: Teste de aplainamento, lixamento da superfície, teste de furação, teste de fendilhamento por pregos e teste de rasgo lateral. Todos os testes de usinagem aplicados nas amostras são adaptações dos parâmetros estabelecidos da norma ASTM D 1667-87 (1994).

#### 3.2.1 Aplainamento

No teste de aplainamento foi utilizada uma Plaina Baldan DPC-4 e avanço PF-32 com velocidade de alimentação de 10 m/s e rotação de 3600 rpm (Figura 8). Neste processo, é selecionada uma face das amostras e essa passa pela plaina em sentido concordante à grã de um lado e em sentido discordante à grã do outro lado na mesma face (Figura 9).



Figura 8- Plaina Baldan DPC-4 PF-32 utilizada nos testes de aplainamento.

Fonte: PEREIRA, H.M.L., 2017



Figura 9- Amostra com o aplainamento já executado, setas indicando a direção do corte (Concordante e discordante).

Fonte: PEREIRA, H.M.L., 2017

Em seguida, as amostras foram avaliadas de acordo com a presença de quatro diferentes defeitos, sendo eles: grã felpuda, grã levantada, grã arrancada e marcas de cavaco. Para efetuar esse ensaio foram atribuídas as seguintes notas (Tabela 2).

Tabela 2- Notas para avaliação do teste de aplainamento

<b>Nota</b>	<b>Defeitos</b>
1	Excelente: superfícies isentas de quaisquer defeitos
2	Boa: presença de defeitos leves em até metade da peça
3	Regular: presença de defeitos leves a médios na maior parte da peça
4	Ruim: presença de defeitos médios a fortes na maior parte da peça
5	Muito ruim: presença de defeitos fortes na maior parte da peça

### 3.2.2 Lixamento

Na outra face das amostras foi realizado o teste de lixamento. Para lixar as amostras foi utilizada uma Lixadeira de cinta Possamai PXA-7200, com dimensão da lixa de 1000x150 m e de granulometria da lixa de 120 (Figura 10). O processo de lixamento é simples, bastando pressionar a peça contra a lixa, impondo uma pressão constante na amostra por 15 segundos, repetindo isso para todas as amostras, tentando sempre aplicar a mesma pressão em todos os corpos de prova (Figura 11).



Figura 10- Lixadeira de cinta Possamai PXA-7200 e processo de lixamento da peça.



Figura 11- Corpo de prova com o teste de lixamento já executado.

Este teste consiste na avaliação do riscamento de superfície e grã felpuda, por meio da observação visual. Para efetuar esse ensaio foram atribuídas as seguintes notas (Tabela 3).

Tabela 3- Notas para avaliação do teste de lixa

<b>Nota</b>	<b>Defeitos</b>
1	Excelente: superfícies isentas de quaisquer defeitos
2	Boa: superfície com riscamento ou grã felpuda em apenas uma parte pequena da peça
3	Regular: presença de riscamento ou grã felpuda em metade da superfície da peça
4	Ruim: presença de riscamento ou grã felpuda em maior parte da peça
5	Muito ruim: presença de riscamento ou grã felpuda em quase que totalidade da peça

### 3.2.3 Teste de furação

Nesse teste foram utilizados dois diferentes tipos de brocas, as brocas helicoidais para os furos do tipo cavilha e a broca chata para o furo de dobradiça. As helicoidais são de aço e possuem 6, 8 e 12 mm de diâmetro, já a broca chata possui 26 mm (Figuras 12 e 13).





Figura 12- Brocas utilizadas no teste de furação, da esquerda para direita as brocas helicoidais de 6, 8 e 12 mm e a broca chata de 26 mm.



Figura 13- Realização do teste de furação, utilizando a broca helicoidal de 8mm na amostra de *Cordia trichotoma*.

Os furos foram alocados a uma mínima distância entre si, ao longo da superfície lixada da peça, para não ocasionar interferências nas futuras avaliações. Todos os furos do tipo cavilha foram integrais, ou seja, passaram a peça por inteiro, já os furos do tipo dobradiça, executado pela broca chata de 26 mm, apresentaram um furo passante e um furo não-passante logo ao lado (Figura 14).



Figura 14- Amostra da árvore de *Cordia trichotoma* com o teste de furação já executado.

Após a obtenção dos furos observou-se a presença de grã felpuda, arrancamento de grã e queima da madeira. Para efetuar esse ensaio foram atribuídas as seguintes notas (Tabela 4).

Tabela 4- Notas para avaliação do teste de furação

Nota	Defeitos
1	Excelente: ausência de defeito em qualquer um dos furos
2	Boa: presença de defeito leve em apenas um ou dois dos furos
3	Regular: presença de defeito leve, em metade dos furos, ou presença de defeito médio
4	Ruim: presença de defeitos severos em um furo, ou presença de defeito médio na maior parte dos furos
5	Muito ruim: presença de defeito severo em mais de um furo

### 3.2.4 Teste de Rasgo Lateral

O teste de rasgo lateral testa se, ao ser cortada na lateral, as fibras da madeira sofrem um levantamento como defeito aparente. Para esse teste foi utilizada uma furadeira horizontal RAIMANN (Figura 15) com avanço manual da profundidade de furação e movimentação lateral da fresa, equipada com broca helicoidal de 8 mm e corte a direita. Para realizar o rasgo lateral, a peça é presa, pressionada contra a mesa de frente a broca; em seguida, o rasgo é feito em partes, realizando pequenos furos no local marcado e após essa etapa, junta-se os furos para formar um só rasgo na lateral.



Figura 15- Furadeira horizontal RAIMANN e operação de rasgo lateral no corpo de prova de *Cordia trichotoma*.

Para a execução dessa avaliação foram aplicadas notas de um a cinco de acordo com o levantamento de fibras apresentados nas superfícies do rasgo (Tabela 5):

Tabela 5- Notas para avaliação do teste de rasgo

<b>Nota</b>	<b>Defeitos</b>
1	Excelente: ausência de levantamentos de fibras em qualquer das quatro bordas e no fundo
2	Boa: presença de levantamento leve em uma ou duas faces quaisquer
3	Regular: presença de levantamento forte em uma e leve em outra
4	Ruim: presença de levantamento forte em duas a quatro faces quaisquer e fundo isento de levantamento
5	Muito ruim: presença de levantamento forte nas quatro faces e no fundo

### 3.2.5 Teste de fendilhamento por pregos

O teste de fendilhamento por pregos foi realizado utilizando pregos 15x15 mm com 30 mm de comprimento e 2,4 mm de diâmetro. Os pregos foram fixados na amostra com o auxílio de um martelo sendo os espaçamentos de 20 mm entre si e a 10 mm das bordas das peças. A avaliação levou em conta a presença de trincas ou rachaduras presentes no local de penetração do prego. Os resultados foram classificados em (Tabela 6).

Tabela 6- Notas para avaliação do teste de fendilhamento por pregos

<b>Nota</b>	<b>Defeitos</b>
Aceita	Amostra sem rachaduras ou trincas, ou dimensões insignificantes destes, não alcançando o topo das amostras.
Não aceita	Amostras apresentando trincas e rachaduras indo de cima a baixo.

## 3.3 Propriedades físicas

Nos testes de propriedades físicas foram utilizados 6 corpos de prova de dimensões 5x3x2 cm para cada árvore avaliada.

### 3.3.1 Determinação da densidade básica

A primeira análise a ser executada é a de densidade básica, para isso é necessária a utilização de uma balança de precisão de pelo menos 3 casas depois da vírgula, paquímetro para medição das dimensões e estufa com circulação forçada de ar para secar as amostras até um estado anidro.

Para a obtenção da densidade básica da madeira os corpos de prova foram imersos em água até atingirem a saturação. Logo após, quando saturados, foram retirados da água e medidos com precisão por meio do paquímetro digital, em suas dimensões de comprimento, largura e espessura, para obtenção do volume saturado. Em seguida, os corpos de prova foram levados para estufa com temperatura constante de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , e aguardou-se a medição de um peso constante, sendo esse então o valor de peso seco das amostras. Por fim, com os valores do peso seco após a estufa e com os valores de dimensões saturadas, foi possível obter os valores de densidade básica dos corpos de prova através da seguinte Equação (2).

$$\rho_b \text{ (g/cm}^3\text{)} = P_{\text{seco}} \text{ (g)}/Vol_{\text{saturado}} \text{ (cm}^3\text{)} \quad (2)$$

onde:

$$\begin{aligned} \rho_b &= \text{Densidade básica (g/cm}^3\text{);} \\ P_{\text{seco}} &= \text{Peso seco (g);} \\ Vol_{\text{saturado}} &= \text{Volume saturado (cm}^3\text{).} \end{aligned}$$

### 3.3.2 Determinação do coeficiente de anisotropia

Para calcular o coeficiente de anisotropia utiliza-se a Equação (3).

$$CA = \epsilon_t / \epsilon_r \quad (3)$$

Onde:

CA= Coeficiente de anisotropia;  
 $\epsilon_t$ = Deformação específica de retração tangencial;  
 $\epsilon_r$ = Deformação específica de retração radial.

Para conseguir os valores de deformação radial e tangencial deve-se utilizar as seguintes Equações (4) e (5), respectivamente:

$$\epsilon_r = ((L_{\text{saturado}} - L_{\text{seco}}) / L_{\text{seco}}) \times 100 \quad (4)$$

$$\epsilon_t = ((L_r_{\text{saturado}} - L_r_{\text{seco}}) / L_r_{\text{seco}}) \times 100 \quad (5)$$

Onde:

$\epsilon_r$ = Deformação específica de retração radial;  
 $L_{\text{saturado}}$ = Dimensão tangencial do corpo de prova saturado, em cm;  
 $L_{\text{seco}}$ = Dimensão tangencial do corpo de prova seco em estufa (cm)  
 $\epsilon_t$ = Deformação específica de retração tangencial;  
 $L_{\text{saturado}}$ = Dimensão radial do corpo de prova saturado, em cm;  
 $L_{\text{seco}}$ = Dimensão radial do corpo de prova seco em estufa, em cm.

Realizou-se a ANOVA e, quando necessário, o teste de Tukey por meio do programa Minitab 18 para comparar as médias das propriedades físicas das três árvores de *Cordia trichotoma*.

### 3.3.3 Determinação dos parâmetros de rugosidade

Para determinação dos parâmetros de rugosidade foi utilizado um rugosímetro portátil digital TR200 (Figura 16) e adotados procedimentos referentes a norma NBR ISO 12179, que aborda parâmetros de calibração e medição da rugosidade por contato de aparelhos.



Figura 16- Rugosímetro portátil digital TR200.

Fonte: FILHO, 2011

O *Cut off* utilizado foi de 2,5 mm, padrão ISO e o filtro RC, por ser o mais utilizado de modo geral. Com relação ao parâmetro utilizado, foi utilizado o parâmetro de amplitude Ra, que representa a rugosidade média.

Para essa análise de superfície foram utilizados os corpos de prova de usinagem com dimensões 20x10x1,5 cm com a superfície lixada. Foram feitas três medições, sendo duas em sentido transversal às fibras e uma no sentido paralelo às fibras. A análise estatística dos resultados foi feita por meio do programa Minitab 18, onde foram analisados por meio da ANOVA e, quando foi constatada diferença significativa, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para nível de comparação dos resultados, podemos ver na Tabela 7 a seguir a relação entre o *Cut off* escolhido e o valor de rugosidade média encontrado.

Tabela 7- Limites de Ra (Rugosidade média) para cada valor de Cutoff

Rugosidade Ra	Cutoff
Menor ou igual a 0,1 µm	0,25 mm
Maior que 0,1 a 2 µm	0,8 mm
Maior que 2 a 10 µm	2,5 mm
Maior que 10 µm	8,0 mm

Fonte: Rugosidade Superficial (PIRATELLI FILHO, 2011).

A nível de comparação, foram apresentados dados sobre as espécies *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* de trabalhos presentes na literatura que utilizaram os mesmos princípios apresentados nesta monografia.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Propriedades Físicas

#### Densidade básica

Na Tabela 8, podem ser verificados os valores das médias das densidades básicas das três árvores de *Cordia* e da árvore de *Pinus* e suas respectivas significâncias.

Tabela 8- Valores médios para densidade básica, obtidos nos três diferentes tratamentos

$\rho_b$ : Densidade básica em g/cm<sup>3</sup>  
Médias de  $\rho_b$

Árvore 1	0,510 <b>a</b>
Árvore 2	0,486 <b>a</b>
Árvore 3	0,443 <b>b</b>
<i>Pinus</i>	0,420 <b>b</b>
Desvio padrão combinado= 0,0224979	

Como observado na tabela acima, não houve diferença significativa entre as médias obtidas para densidade básica das árvores 1 e 2, porém houve diferença para a árvore 3, obtendo das três o menor valor de densidade básica, fato esse pode ser devido ao local da tábua de onde foram retiradas as amostras desta árvore. Nesse caso, as árvores obtiveram uma densidade básica média de 0,48 g/cm<sup>3</sup>, Lorenzi (2016) cita valores de 0,65 a 0,78 g/cm<sup>3</sup> para a espécie em questão, mas considerando a realidade do plantio com característica homogênea, visando a produção madeireira, com espaçamentos variados, maior disponibilidade de luz solar e menor competição, as árvores amostradas tiveram uma taxa acelerada de crescimento, resultando assim em uma diminuição de sua densidade básica.

Mas, ainda sendo uma densidade inferior a da literatura, a madeira de *Cordia* ainda continua tendo uma densidade maior que a do *Pinus*, que apresenta a densidade básica de 0,42 g/cm<sup>3</sup> (PINHEIRO, 2014).

#### Densidade aparente

Na Tabela 9, podem ser verificados os valores das médias das densidades aparentes das três árvores de *Cordia* e da árvore de *Pinus* e suas respectivas significâncias.

Tabela 9- Valores médios para densidade aparente, obtidos nos diferentes tratamentos

$\rho_a$ : Densidade aparente em g/cm<sup>3</sup>  
Médias de  $\rho_a$

Árvore 1	0,6707 <b>a</b>
Árvore 2	0,5531 <b>b</b>
Árvore 3	0,5369 <b>b</b>
<i>Pinus</i>	0,4800 <b>c</b>
Desvio padrão combinado= 0,0324217	

Pode-se observar que para densidade aparente, a espécie *Cordia trichotoma* obteve valores significamente diferentes entre as árvores 1 e as outras duas 2 e 3, sendo as duas últimas sem uma diferença significativa entre suas médias. Visto os resultados das médias individuais das árvores, foi encontrado o valor médio de 0,60 g/cm<sup>3</sup> para a densidade aparente da espécie, estando ainda com valores bem abaixo do mostrado na literatura (LORENZI, 2016), pelos mesmos motivos apontados para densidade básica.

Com relação a espécie x *Pinus*, a espécie continuou obtendo melhores valores de densidade aparente em suas 3 árvores e na média geral, sendo bem maior que a do *Pinus*.

### Coefficiente de anisotropia

O resultado da análise dos coeficientes de anisotropia revelou que os dados não possuem diferença significativa, pois o valor-p é superior a 0,05; como mostrado na (Tabela 10).

Tabela 10- ANOVA para os coeficientes de anisotropia das três árvores de Cordia e do Pinus

### Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	3	1,757	0,5857	1,98	0,149
Erro	20	5,905	0,2953		
Total	23	7,662			

Mesmo não havendo significante diferença entre as médias das amostras, há ainda a relação entre o coeficiente de anisotropia e a estabilidade dimensional da árvore, desenvolvida por Marchiori (1992) e Chies (2005). Sendo assim, a espécie obteve o valor de 1,81 em seu coeficiente de anisotropia, o que configura que *Cordia trichotoma* tem uma madeira com estabilidade dimensional normal, pois seu valor se encontra entre 1,5 e 2,0.

Para o *Pinus*, foi utilizado o trabalho desenvolvido por Trianoski (2013), em que esta testa a estabilidade dimensional de espécies tropicais de *Pinus* e, para *Pinus taeda*, espécie utilizada como referência pela autora, foi obtido o valor de 2,20; o que configura uma estabilidade dimensional ruim, segundo a tabela de Marchiori (1992) e Chies (2005). Com isso, a espécie *Cordia trichotoma* apresenta resultados melhores que o *Pinus* para a estabilidade dimensional de sua madeira, mesmo que na estatística não mostre diferença significativa.

## 4.2 Usinagem da Madeira

As avaliações serão dadas a seguir considerando os defeitos apresentados para cada tipo de teste e as notas dadas de acordo com o defeito amostrado nas peças.

### 4.2.1. Aplainamento

Na Tabela 11 abaixo temos os resultados para o teste de aplainamento e as médias das notas para cada defeito.

Tabela 11- Avaliação do teste de aplainamento das amostras da árvore 1, sendo C = sentido de concordância em relação a grã e D = sentido de discordância em relação a grã

APLAINAMENTO	Grã Felpuda		Grã comprimida		Grã arrancada		Marca de cavaco		Grã riscada	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
Árvore 1	1,5	1,8	1,2	1,7	1,3	1,7	1,3	1,7	1,3	1,3
Árvore 2	1,3	2	1	1,2	1	1,2	1	1,5	1,2	1,8
Árvore 3	1,8	2	1	1,3	1	1,5	1	1,2	1,5	1,7
<b>Média</b>	<b>1,5</b>	<b>1,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>

As notas foram, de fato, melhores para o sentido concordante (C) das amostras, como esperado, apresentando em todas as três árvores valores menores quando comparado ao lado discordante (D). Através da tabela é possível perceber também que os defeitos de grã felpuda foram amostrados com maior frequência dentre os demais e, conseqüentemente, com notas maiores, o que significa uma intensidade maior do defeito nas amostras. Em geral, todas as três árvores se comportaram bem no teste de aplainamento, tendo uma média geral de aproximadamente 2 em nota, o que significa que a madeira de *Cordia trichotoma* é considerada boa para o aplainamento.

#### 4.2.2 Resultados para o teste de lixa

Na Tabela 12 abaixo pode-se observar os resultados para o teste de lixa, a presença ou ausência de grã felpuda e a média das notas das árvores.

Tabela 12- Avaliação do teste de Lixamento das amostras de *Cordia trichotoma*

<b>Teste de Lixa</b>		
<b>Árvores</b>	<b>Nota</b>	<b>Grã Felpuda Sim/Não</b>
Árvore 1	2,8	Sim
Árvore 2	2,2	Sim
Árvore 3	2,5	Sim
<b>Média</b>	<b>2,5</b>	<b>Sim</b>

No geral, as amostras apresentaram o defeito de grã felpuda em 100%, o que mostra uma inclinação maior para a ocorrência frequente deste defeito de usinagem. Nas árvores 1 e 3, os corpos de prova obtiveram notas piores, tendo a média regular, por apresentar valores acima de 2 nas notas. Já na árvore 2, os corpos de prova obtiveram notas melhores, tendo uma média boa, mas ainda assim com grande ocorrência de notas regulares entre as árvores, a madeira de *Cordia trichotoma* obteve o valor médio de 2,5 no teste de lixamento, o que indica que a madeira é regular para o lixamento de sua superfície.

#### 4.2.3. Resultados para o teste de furação

Os resultados do teste de furação estão organizados na Tabela 13 a seguir.



Tabela 13- Avaliação dos testes de furação das árvores 1, 2 e 3

Testes de Furação										
7/8" Chata					6mm Helicoidal		8mm Helicoidal		12mm Helicoidal	
Passante		Não passante								
Árvores	Nota	Defeito	Nota	Defeito	Nota	Defeito	Nota	Defeito	Nota	Defeito
Árvore 1	3,3	Marca de cavaco e Grã levantada	2,3	Grã felpuda	3	Grã levantada	3,8	Grã levantada	2,3	Grã levantada
Árvore 2	3,5	Grã levantada e Marca de cavaco	2,5	Grã felpuda	3,2	Grã levantada	3,2	Grã levantada	3,3	Grã levantada
Árvore 3	2,3	Grã levantada	1,7	Grã felpuda e Grã arrancada	2,7	Grã levantada	2,5	Grã levantada	2	Grã levantada
<b>Média</b>	3,0		2,2		3		3,2		2,5	

É possível perceber que para o furo passante da broca chata de 26 mm, somente a árvore 3 apresentou defeitos leves de grã levantada, obtendo a classificação boa, mas as outras duas apresentaram conceitos bem piores, tendo a árvore 1 uma média conceitual regular e a árvore 2 uma média conceitual ruim para os defeitos de marca de cavaco e grã levantada amostrados com presença em mais de 50% das peças. Com relação ao furo não passante, todas as árvores apresentaram defeitos leves, exceto a árvore 2, que teve uma nota regular para a presença dos defeitos de grã felpuda e grã arrancada.

Para o furo com diâmetro 6 mm, a média das três árvores foi de 3, o que configura um conceito regular, apresentando o defeito de grã levantada com média intensidade (50% das amostras) em até metade do corpo de prova. As árvores reagiram de forma semelhante ao furo de 8 mm, com exceção da árvore 1, que apresentou um desempenho inferior as outras duas neste teste, obtendo um conceito ruim, por apresentar defeitos severos de grã levantada em mais de 50% das amostras. Para o furo de 12 mm, a árvore que obteve melhores resultados foi a 3, apresentando mais de 50% das amostras isentas de defeitos de grã levantada, já a árvore 1 apresentou defeitos em metade de suas amostras e por isso obteve um conceito regular para o defeito de grã levantada.

#### 4.2.4. Resultados para teste de rasgo lateral

A avaliação do teste de rasgo lateral revelou as notas atribuídas às árvores de acordo com os defeitos apresentados na Tabela 14.

Tabela 14- Avaliação do teste de rasgo para as árvores de *Cordia trichotoma*

Teste de Rasgo		
Árvores	Nota	Defeito
Árvore 1	2,2	Grã levantada
Árvore 2	2,2	Grã levantada
Árvore 3	2,2	Grã levantada
<b>Média</b>	2,2	Grã levantada

Todas as três árvores apresentaram defeitos leves de grã levantada, com uma média de 2,2 em nota, o que configura conceitualmente que a madeira de *Cordia trichotoma* se comporta bem ao processo de rasgo lateral.

#### 4.2.5 Resultados para o teste de fendilhamento por pregos

No teste de fendilhamento por pregos as amostras são avaliadas por notas conceituais, aceitando-se ou rejeitando-se a utilização de pregos na madeira. A Tabela 15 mostra os resultados obtidos para as três árvores de *Cordia trichotoma*.

Tabela 15- Notas do teste de fendilhamento por pregos das árvores 1,2 e 3

Árvores	Nota (Aceita/Rejeita)
Árvore 1	Aceita
Árvore 2	Aceita
Árvore 3	Aceita
<b>Média</b>	<b>Aceita</b>

É evidente por meio dos resultados que a madeira de *Cordia trichotoma* apresentou um resultado positivo para a utilização de pregos, aceitando os pregos nas três árvores amostradas.

#### 4.2.6 Médias gerais das árvores de *Cordia trichotoma* para todos os testes apresentados

Tabela 16- Comparação das médias dos testes de usinagem das três árvores

	Teste de aplainamento		Teste de lixa	Teste de rasgo	Testes de furação					Teste de prego
	C	D			Passante	Não passante	6 mm	8 mm	12 mm	
<b>Médias 1</b>	1,3	1,6	2,8	2,2	3,3	2,3	3	3,8	2,3	Aceita
<b>Médias 2</b>	1,1	1,5	2,2	2,2	3,5	2,5	3,2	3,2	3,3	Aceita
<b>Médias 3</b>	1,3	1,5	2,5	2,2	2,3	1,7	2,7	2,5	2	Aceita
<b>Média geral</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,2</b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>2,5</b>	<b>Aceita</b>

Por meio da comparação das médias (Tabela 16) é possível perceber que o melhor resultado foi para o teste de aplainamento em todas as três árvores, os piores resultados para os testes de furação, em especial o teste utilizando a broca helicoidal de 8 mm, onde duas das três árvores apresentaram conceitos regulares (2 e 3) e a árvore 1 apresentou o conceito ruim.

Considerando os testes de modo geral, a árvore que se destacou com melhores resultados em todos os testes foi a 3, apresentando médias excelentes a boas na maioria dos testes e regulares nos testes de furação utilizando as brocas de 6 e 8 mm. Em contrapartida, a árvore que apresentou piores resultados foi a 2, tendo conceitos regulares a ruins na maioria dos testes avaliados.

Afim de obter uma comparação de resultados, foram considerados os dados obtidos pelo trabalho intitulado “Usinagem, lixamento e fixação por pregos na madeira de *Pinus caribaea*” de autoria de Junqueira, A. A., publicado na I SEAFLO – Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal, na UFPR. Neste trabalho, a autora descreve os

resultados para os testes de aplainamento, furação, fresamento lateral, fendilhamento por pregos e lixamento da madeira de *Pinus caribaea* (Tabela 17).

Tabela 17- Desempenho de *Pinus caribaea* em operações de aplainamento, lixamento, furação para cavilha e dobradiça, fresamento lateral e fixação por prego

Corpo de prova	Aplainamento	Lixamento	Furação		Fresamento lateral
			Cavilha	Dobradiça	
1	2,5	2	2	3	2
2	3,5	2	1	2	3
3	3	2	2	3	2
4	2	2	2	3	2
5	3	2	2	3	2
6	3	1	2	2,5	2
7	3,5	3	2	2	2
8	2,5	3	2	3	2
9	2,5	2	3	4,5	2
10	2,5	3	3	2,5	2
Média	2,8	2,2	2,1	2,85	2,1

Como podemos observar, para o aplainamento, a espécie *Cordia trichotoma* obtém uma média melhor que o *Pinus caribaea*, já em todos os outros testes o *Pinus caribaea* apresenta notas menores, por isso melhores, que as de *Cordia trichotoma*.

#### 4.3. Avaliação da rugosidade

O resultado para a análise de variância das árvores pode ser visto na Tabela 18.

Tabela 18- ANOVA entre as médias de valores de rugosidade para as três árvores de *Cordia trichotoma*

#### Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	2	0,5738	0,2869	1,01	0,388
Erro	15	4,2598	0,2840		
Total	17	4,8336			

Como pode ser observado, não há diferença significativa entre as médias de rugosidade média obtidas entre as árvores de *Cordia trichotoma*, mas todas as três se comportaram de forma boa nesta avaliação, pois tiveram notas entre 2 e 10  $\mu\text{m}$ , o que entra como aceitável de acordo com a tabela de intervalos de valores para o *Cutoff* de 2,5 mm empregado nesta análise, portanto todas as amostras apresentaram uma rugosidade boa nas condições avaliadas.

## 5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir por meio das avaliações dos testes que, no geral, a madeira de *Cordia trichotoma* é excelente para a atividade de aplainamento, apresenta um conceito regular para o lixamento de sua superfície, também sendo regular para atividades que envolvam sua furação por brocas, boa para o rasgo lateral e é uma madeira que aceita a aplicação de pregos.

Quanto as propriedades físicas, a madeira de *Cordia trichotoma* apresentou tanto a densidade básica, quanto a densidade aparente menores se comparadas com a literatura, mas que era esperada por se tratar de um plantio em que as árvores tiveram uma aceleração de sua taxa de crescimento. Para o coeficiente de anisotropia, a madeira da espécie obteve uma estabilidade dimensional normal, sendo melhor que a estabilidade ruim do *Pinus taeda*, utilizado como referência.

Sobre a rugosidade, houve um bom resultado para a espécie, obtendo valores menores que o determinado para o *Cutoff* utilizado, sendo assim, a superfície da madeira de *Cordia* obteve um resultado positivo no teste de rugosidade, e com isso, pode-se concluir que sua superfície não teve imperfeições tão significativas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMANO, E. 2002. *Cordia trichotoma*, Boraginaceae: caracterização e sazonalidade na formação do xilema e do floema. Dissertação (Mestrado em Ciências, área Botânica). Universidade de São Paulo, São Paulo. 87 p. 2002.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1666-87**: Standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials (reapproved 1994). Philadelphia, 1995. p. 226 - 245.

ARENCIBIA, F. V. Aula: "Tolerâncias Geométricas", **Primeiro Seminário de Metrologia**, Universidade Federal de Uberlândia, Mar, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4288**: especificações geométricas do produto (GPS) – Rugosidade: Método do perfil – Regras e procedimentos para avaliação de rugosidade. Rio de Janeiro, Nov. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12179**: especificações geométricas do produto (GPS) – Rugosidade: Método do perfil – Calibração de instrumentos de medição por contato (com sapata de apalpação). Rio de Janeiro, Ago. 2002.

BIASI, C. P.; ROCHA, M. P. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. *Floresta*, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 95-108, 2007.

BURGER, L.M.; RICHTER, H. G. *Anatomia da Madeira*. São Paulo: Nobel, 1991. 180p.

CARVALHO, P. E. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Centro Nacional de Pesquisa de Florestas**, 1994. 640p.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 2005. 12p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

DA SILVA, José Reinaldo Moreira et al. Parâmetros de qualidade da usinagem para determinação dos diferentes usos da madeira de *Eucalyptus* sp.. *Cerne*, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2009.

FLORIANO, Eduardo Pagel. Subsídios para o planejamento da produção de *Pinus elliottii* Engelm. na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Santa Maria**, 2008.

GONÇALVES, M.T.T. *Processamento da Madeira*. Bauru-SP: Document Center Xerox – USC, Livro ISBN 85.901425-1-5. 2000.

HELLMEISTER, J. C. **Sobre a determinação das características físicas da madeira**. São Carlos, 1982. 119 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual**. Brasil, 2016. 100p.

JEREMIAS, Tiago Dagostim. Avaliação do acabamento gerado por fresamento em chapas de MDF a partir de diferentes combinações de parâmetros de corte. 2016.

JÚNIOR, A.F.D.; SANTOS, P.V.; PACE, J.H.C.; CARVALHO, A.M.; LATORRACA, J.V.F. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 4, n. 1, p. 10-12953/2177-6830. v04n01a08, 2013.

JUNQUEIRA, Amanda Arantes; DOS SANTOS, Glaycianne Christine Vieira; ADRIANA, Karen. Usinagem, lixamento e fixação por pregos na madeira de *Pinus caribaea*.

LATORRACA, JV de F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 279-291, 2000.

LITTLE JR, Elbert L. et al. Slash Pine (*Pinus elliottii*) including South Florida Slash Pine, nomenclature and description. **Stn. Pap. Steast. For. Exp. Sta**, n. 36, 1954.

LORENZI, Harri. Árvores Brasileiras, Vol1. **Plantarum, Nova Odessa**, 2016.

LUCAS FILHO, Fernando Cardoso et al. Análise da usinagem da madeira visando a melhoria de processos em indústrias de móveis. 2004.

MARCHIORI, JNC; DURLO, M. A. Tópicos de fitogeografia florestal: história do reino vegetal, elementos de paleoflorística e reinos florísticos. **UFSM, CEPEF/FATEC**. Santa Maria, 37p, 1992.

NOGUEIRA, Euler Melo; NELSON, Bruce Walker; FEARNSSIDE, Philip M. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 208, n. 1, p. 261-286, 2005.

OLIVEIRA, Gabriel Marcos Vieira. Densidade da madeira em Minas Gerais: amostragem, espacialização e relação com variáveis ambientais. 2014.

PINHEIRO, Cleverson. Efeitos do teor de umidade da madeira no fresamento de *Pinus Elliottii*. 2014.

PIRATELLI FILHO, Antonio; MECÂNICA, Depto Engenharia. Rugosidade superficial. Seminário de Metrologia, v. 3, 2011.

SILVA, J. R.; MUNIZ, G. I. B. ; LIMA, J. T.; BONDUELLE, A. F. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p.479-487, mai./jun. 2005.

SILVA, J. R. M. et al. Identificação de parâmetros de rugosidade para qualificação de pisos de *Eucalyptus grandis*. **Anais Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira**, v. 11, 2008

TAYLOR, James B.; CARRANO, Andres L.; LEMASTER, Richard L. Quantification of process parameters in a wood sanding operation. **Forest Products Journal**, v. 49, n. 5, p. 41, 1999.

TREVISAN, Henrique et al. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, 2007.

TRIANOSKI, Rosilani et al. Avaliação da estabilidade dimensional de espécies de Pinus tropicais. **Floresta e Ambiente**, 2013.

VARANDA, Luciano Donizeti et al. A influência das variáveis do lixamento tubular na qualidade das peças de Eucalyptus grandis. **Cerne**, p. 23-32, 2010.

ZENID, J. G. IPT (Org.). Madeira: uso sustentável na construção civil. 2 ed. São Paulo, 2009. 99 p.

ZERBINI, F. Cenário da Madeira FSC no Brasil 2012–2013. **São Paulo: FSC Brasil**, 2014.

## 8. APÊNDICE

### Medições dos corpos de prova para Propriedades físicas

1811T1 - Medição verde					1821T1 - Medição verde					1831T1 - Medição verde				
Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso	Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso	Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso
A	49,625	29,455	30,895	27,65	A	49,675	29,77	31,135	27,78	A	49,985	29,73	27,9	23,59
B	49,84	29,485	31	27,49	B	50,06	29,78	30,235	28,68	B	50,425	29,765	26,99	22,62
C	49,28	29,685	31,775	28,16	C	49,52	29,575	31,11	24,67	C	49,465	29,86	27,55	25,79
D	49,915	29,715	31,79	30,65	D	49,79	29,93	30,96	26,72	D	50,095	29,835	26,72	23,1
E	49,875	29,795	31,225	28,22	E	49,815	29,605	30,8	28,25	E	49,965	30,495	26,58	25,2
F	49,595	29,58	31,375	27,56	F	50,02	29,815	31,365	25,35	F	50,015	29,825	26,84	21,6

1811T1 - Medição Saturada					1821T1 - Medição Saturada					1831T1 - Medição Saturada				
Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso	Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso	Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso
A	50,05	31,765	30,655	57,3	A	50,05	31,15	31,535	57,56	A	50,06	31,23	30,25	49,18
B	50,105	31,795	30,565	56,98	B	50,15	31,355	30,82	59,36	B	50,205	30,915	30,18	47,24
C	49,4	32,87	30,63	58,32	C	49,885	30,91	31,405	51,34	C	49,56	31,14	31,545	53,58
D	49,965	31,75	31,68	63,3	D	49,85	31,075	31,56	55,44	D	50,01	31,14	31,085	48,2
E	50,04	31,94	31,235	58,44	E	50,05	31,175	31,36	58,5	E	49,925	30,69	30,515	52,4
F	49,965	31,18	31,32	57,12	F	49,825	30,995	31,855	52,7	F	49,96	30,97	30,625	45,2

1811T1 - Medição Após Estufa					1821T1 - Medição Após Estufa					1831T1 - Medição Após Estufa				
Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso	Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso	Corpos de prova	Longitudinal	Largura	Espessura	Peso
A	49,735	28,265	26,51	24,5	A	49,955	28,815	30,385	24,45	A	49,24	28,745	27,555	21,08
B	49,93	28,74	26,685	24,41	B	50,025	28,94	29,005	25,38	B	50,135	28,73	27,215	20,18
C	49,38	28,435	26,64	25,19	C	49,61	28,52	30,535	21,81	C	48,835	28,71	27,54	23,04
D	49,885	28,475	26,31	27,29	D	49,655	27,835	30,405	23,62	D	49,36	28,835	27,445	20,4
E	49,8	28,955	25,53	25,14	E	49,935	28,465	29,975	24,95	E	49,89	29,15	27,845	22,47
F	49,955	29,24	26,145	24,54	F	49,75	29,225	30,41	22,23	F	49,925	28,695	27,34	19,29

### Valores de densidade básica

C.P.	Densidade básica		
	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3
A	0,5027034	0,497306225	0,44574081
B	0,501306671	0,523698393	0,430809929
C	0,506470924	0,450389115	0,473262438
D	0,543011143	0,483132884	0,421409026
E	0,503583568	0,509898755	0,480590007
F	0,502933775	0,451879776	0,407091932

### Valores de densidade aparente

C.P.	Densidade aparente 0%		
	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3
A	0,657423531	0,559013165	0,540492702
B	0,637458978	0,604412063	0,514797202
C	0,673425611	0,504822837	0,596697412
D	0,730212021	0,562057405	0,522242036
E	0,682906972	0,585591974	0,554886025
F	0,642583516	0,502777041	0,492503606

### ANOVA e Tukey da densidade básica



## Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	2	0,01377	0,006883	10,20	0,002
Erro	15	0,01012	0,000675		
Total	17	0,02389			

## Comparações Emparelhadas de Tukey

### Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

Fator	N	Média	Agrupamento
Árvore 1	6	0,51000	A
Árvore 2	6	0,4861	A
Árvore 3	6	0,4432	B

*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.*

## ANOVA e Tukey da densidade aparente a 0%

## Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	2	0,06393	0,031965	22,81	0,000
Erro	15	0,02102	0,001402		
Total	17	0,08495			

## Comparações Emparelhadas de Tukey

### Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

Fator	N	Média	Agrupamento
Árvore 1	6	0,6707	A
Árvore 2	6	0,5531	B
Árvore 3	6	0,5369	B

*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.*

## Valores do Coeficiente de Anisotropia

C.P.	Coeficiente de anisotropia		
	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3
A	1,262687126	2,141064059	1,131342948
B	1,367855017	1,333567027	1,432519504
C	0,960280884	2,941216892	1,718167514
D	1,77462202	3,064197882	1,659155819
E	2,167624583	2,060475814	1,815021933
F	2,983302873	1,274580646	1,515520069

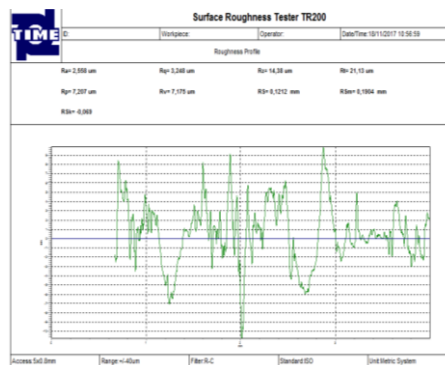
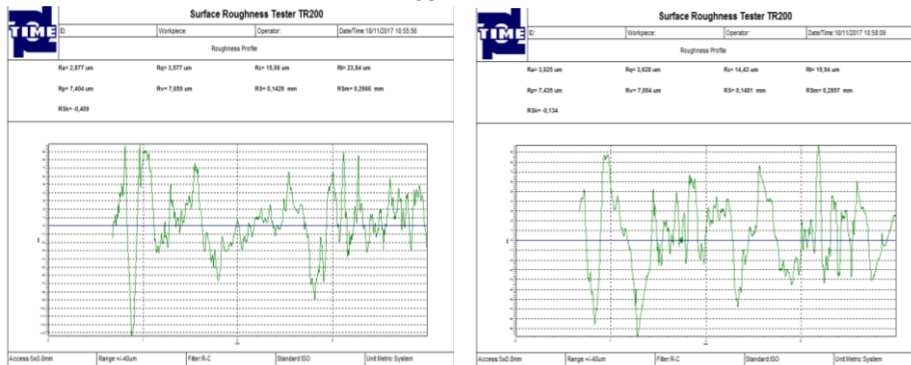
## ANOVA do Coeficiente de Anisotropia

## Análise de Variância

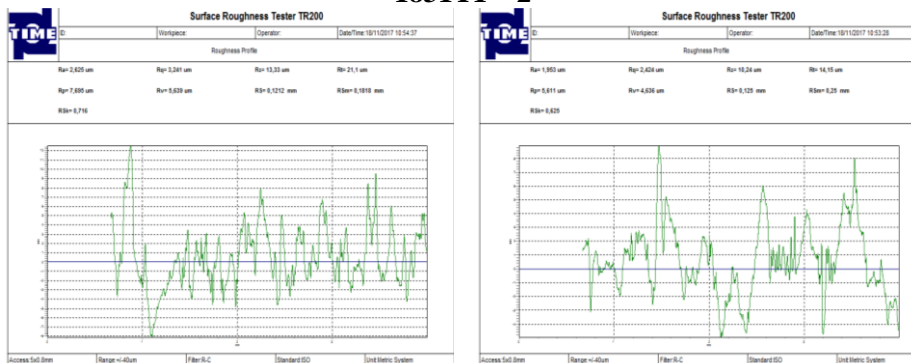
Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	2	1,077	0,5386	1,37	0,285
Erro	15	5,905	0,3937		
Total	17	6,982			

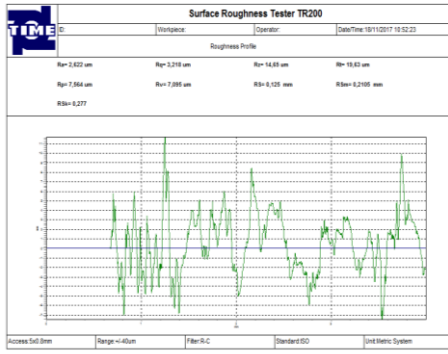
## Gráficos de Rugosidade média Superficial e demais valores de Rugosidade

### 1831T1 - 1

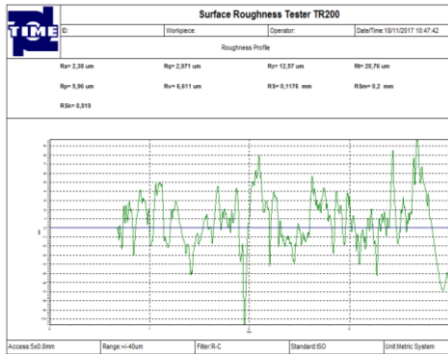
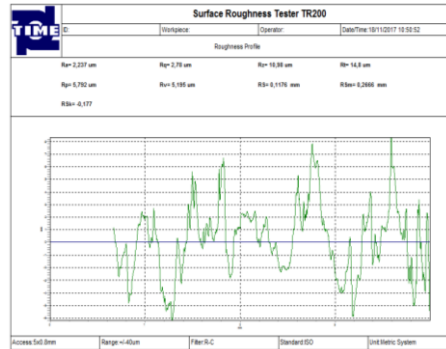
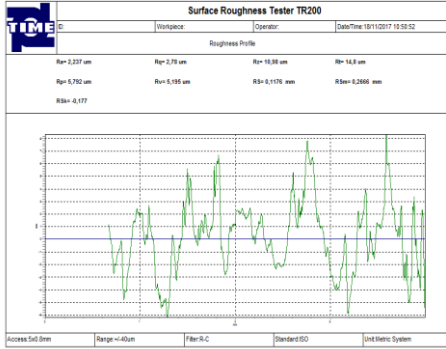


### 1831T1 - 2

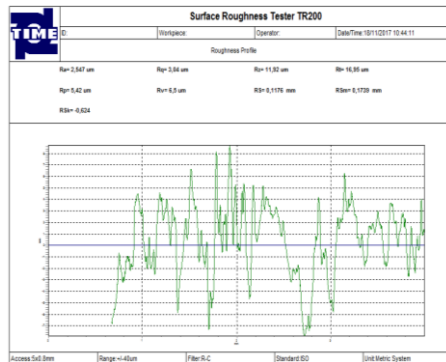
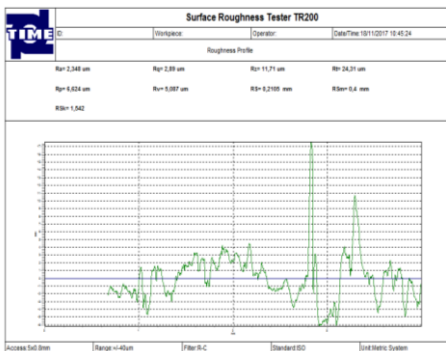


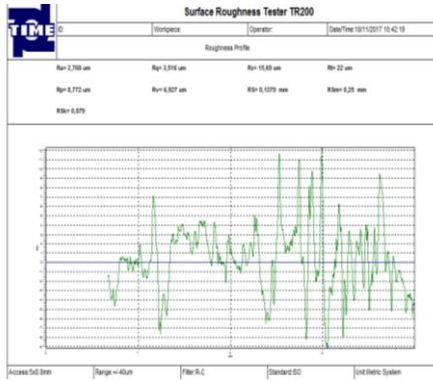


### 1831T1 - 3

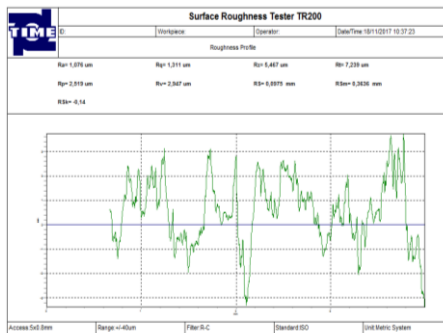
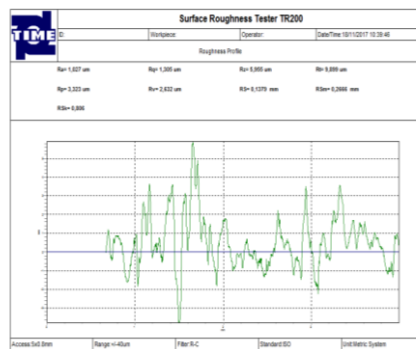
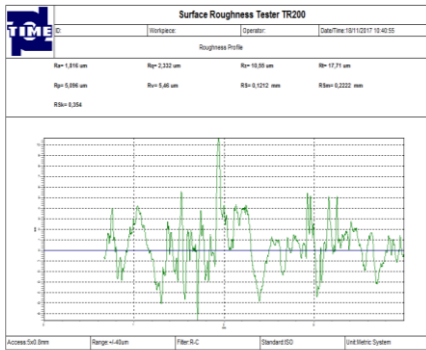


### 1831T1 - 4

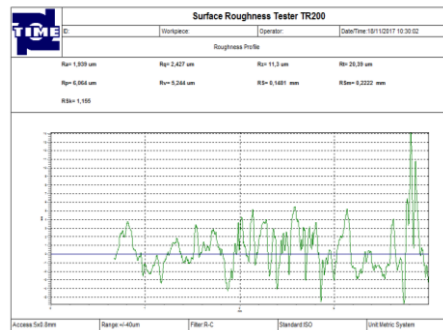
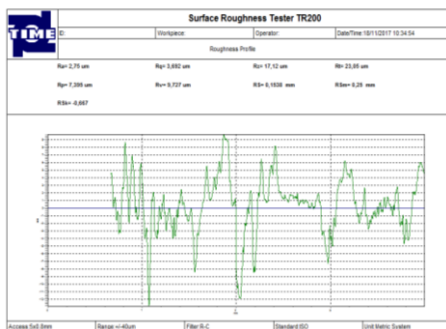


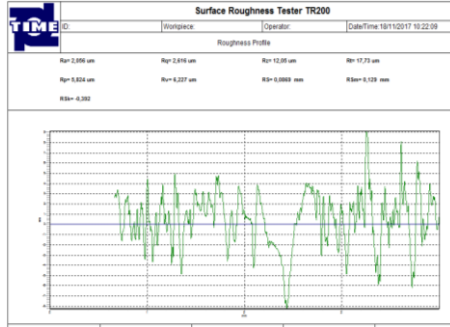


### 1831T1 - 5

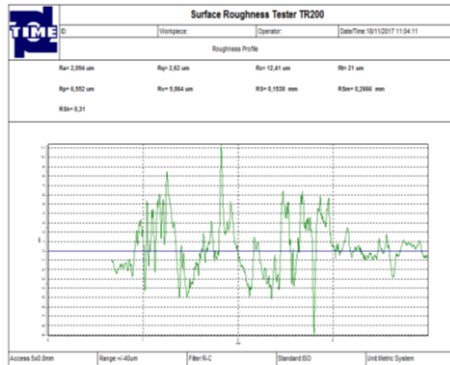
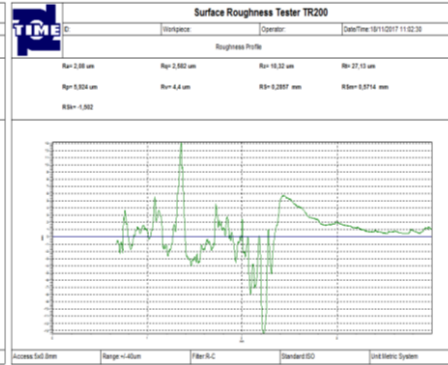
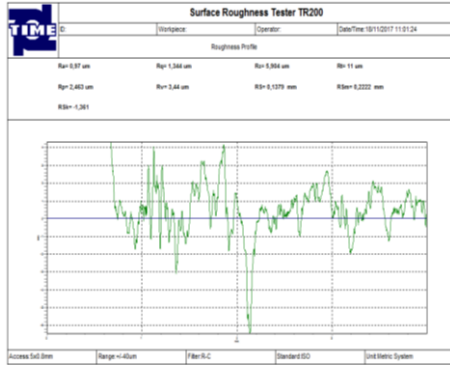


### 1831T1 - 6

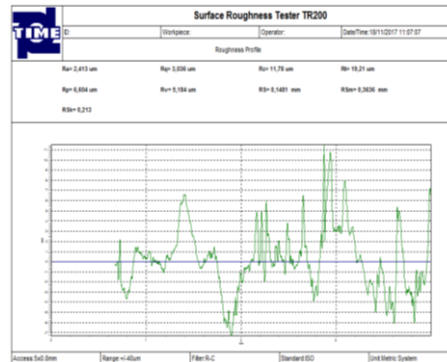
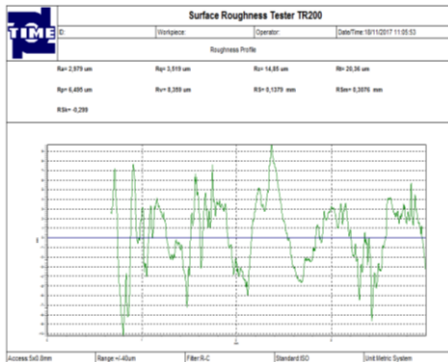


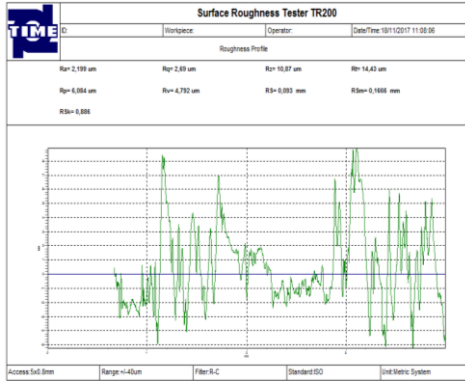


### 1821T1 - 1

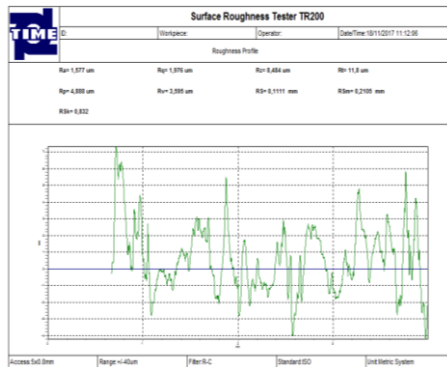
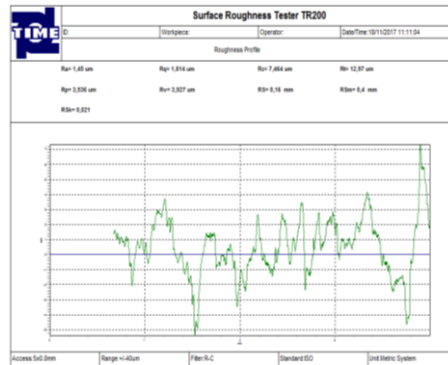
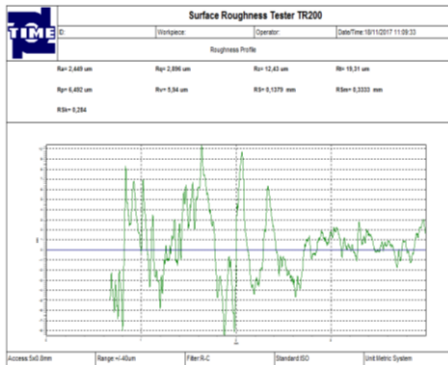


### 1821T1 - 2

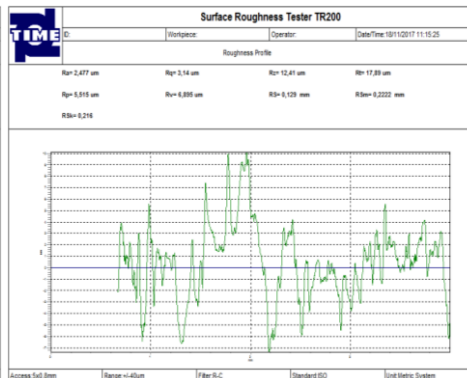
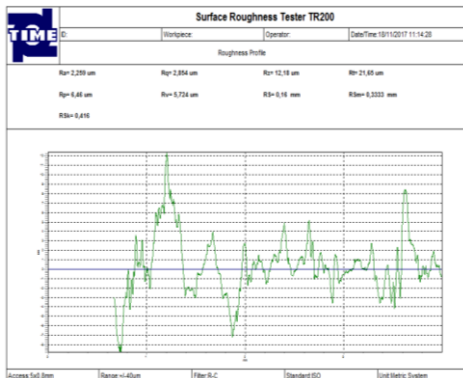


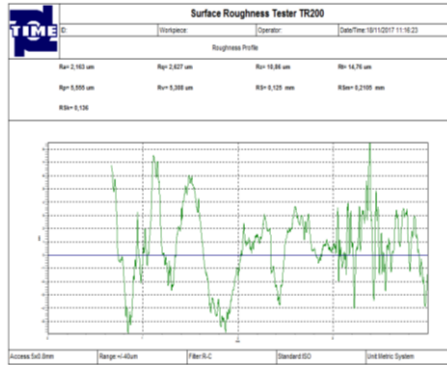


### 1821T1 - 3

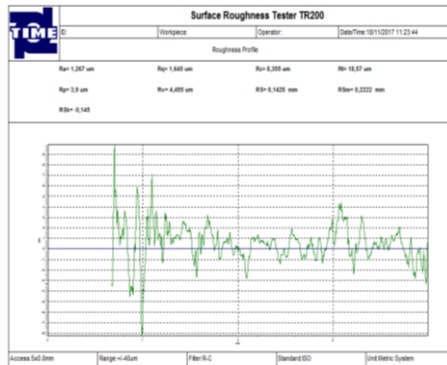
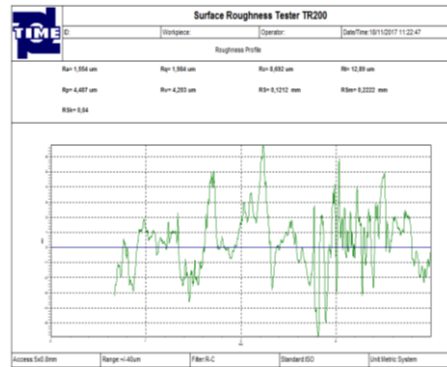
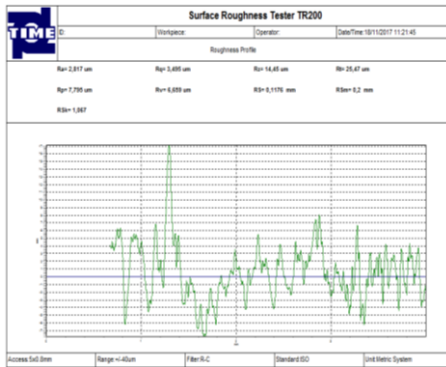


### 1821T1 - 4

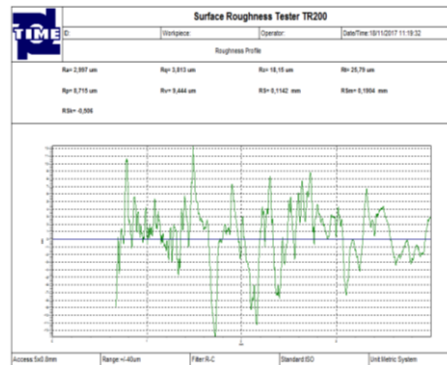
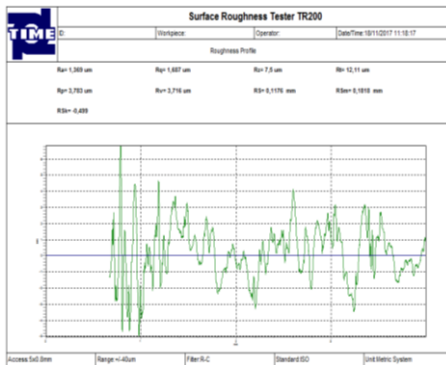


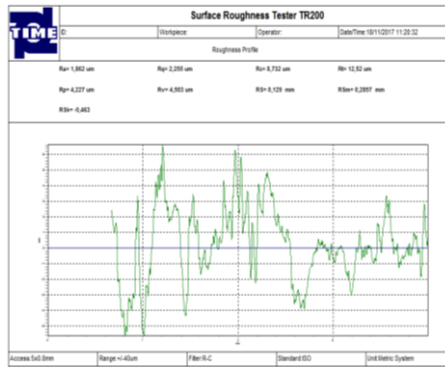


### 1821T1 - 5

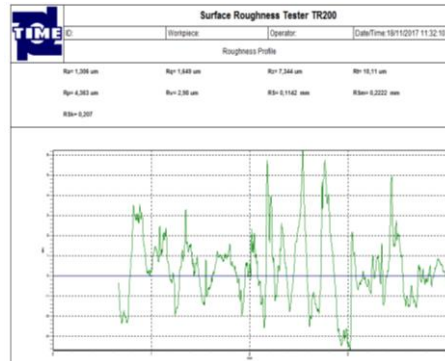
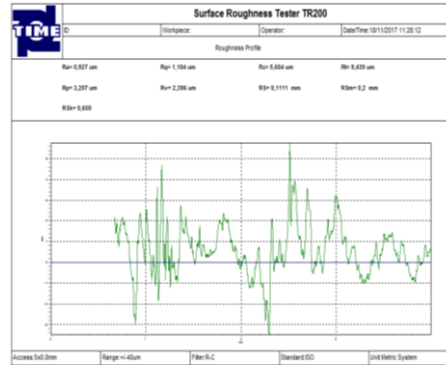
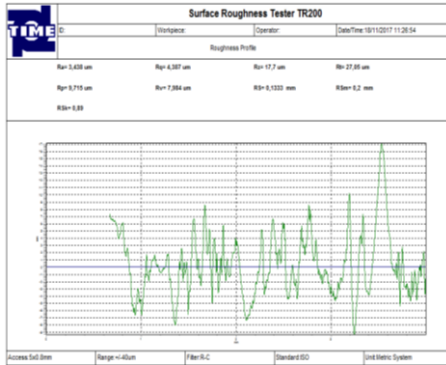


### 1821T1 - 6

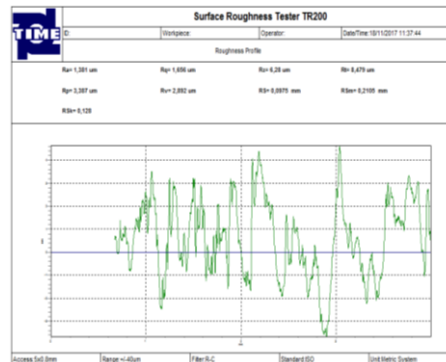
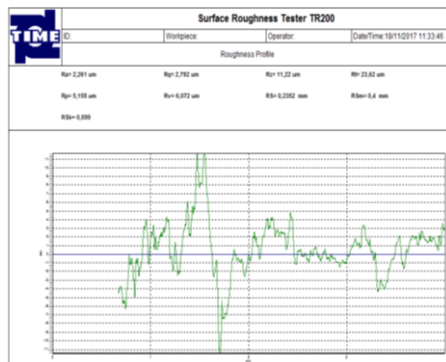




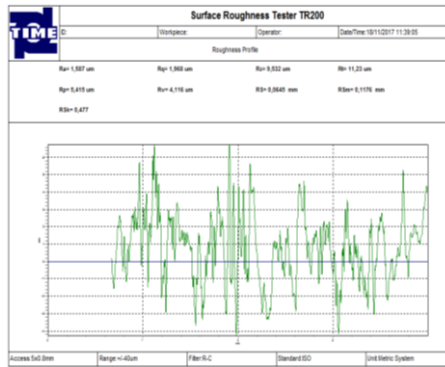
### 1811T1 - 1



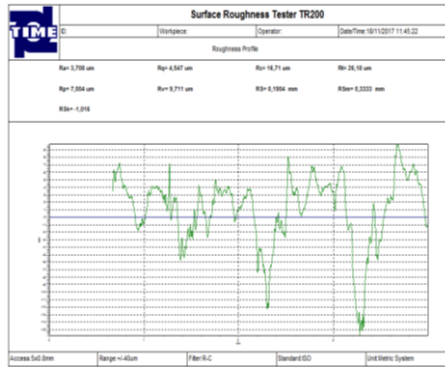
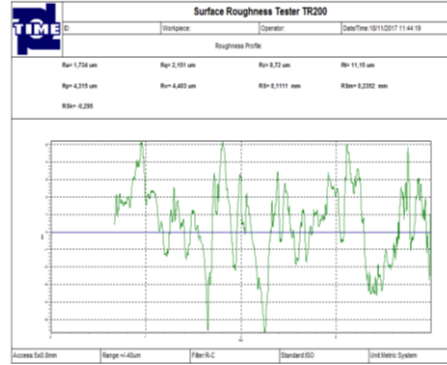
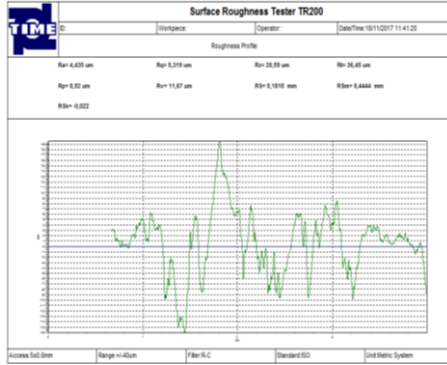
### 1811T1 - 2



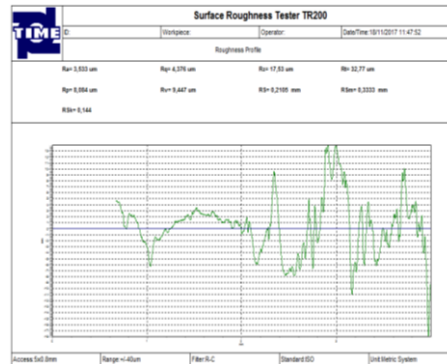
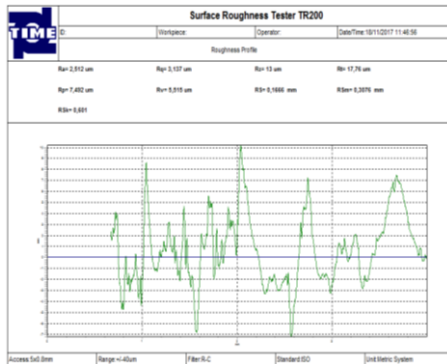


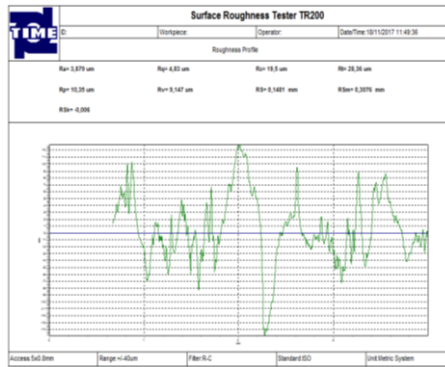


### 1811T1 - 3

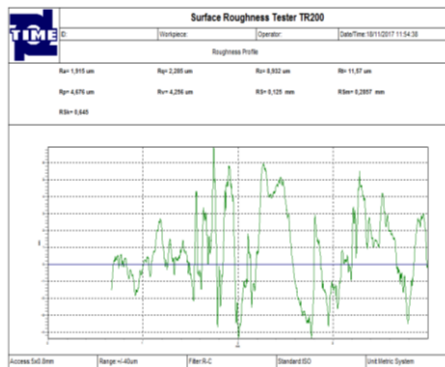
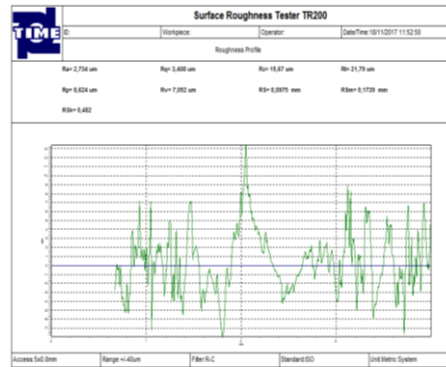
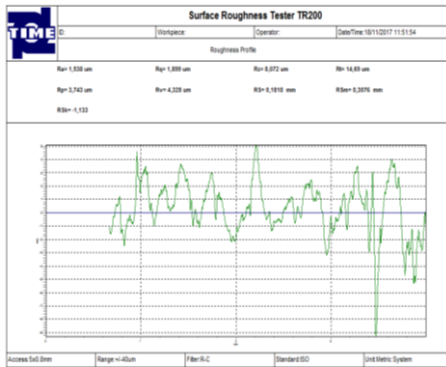


### 1811T1 - 4

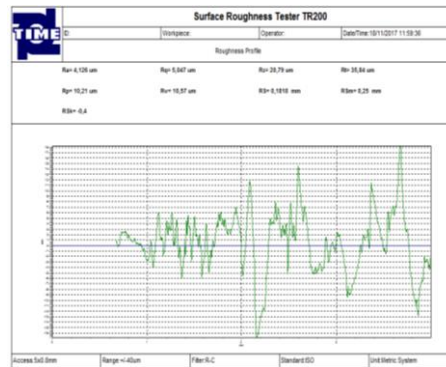
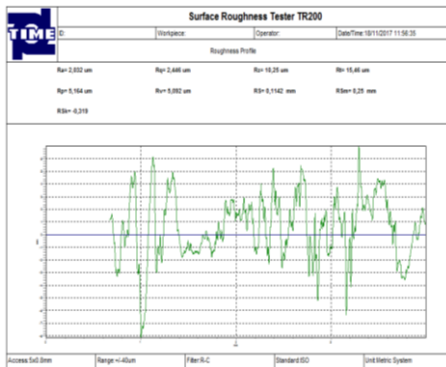


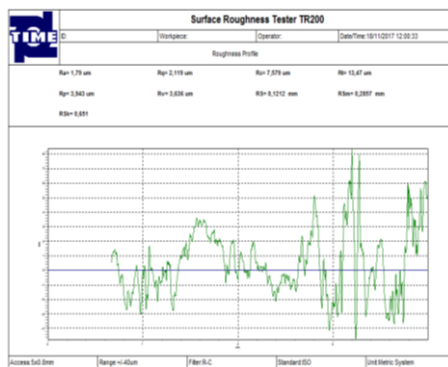


**1811T1 - 5**



**1811T1 - 6**





### Média dos valores de Rugosidade média

C.P.	Rugosidade		
	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3
A	1,890333	1,714667	2,82
B	1,743	2,530333	2,4
C	3,292333	1,825333	2,180333
D	3,308	2,299667	2,554333
E	2,062333	2,076	1,306333
F	2,649333	1,879333	2,248333

### ANOVA da Rugosidade média

#### Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Fator	2	0,5738	0,2869	1,01	0,388
Erro	15	4,2598	0,2840		
Total	17	4,8336			