



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

OSMAR DE FREITAS NEVES JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O APLAINAMENTO DE
AMOSTRAS DE MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

Prof. Dr. ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018



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

OSMAR DE FREITAS NEVES JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O APLAINAMENTO DE
AMOSTRAS DE MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a 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
NOVEMBRO – 2018

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O APLAINAMENTO DE
AMOSTRAS DE MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA**

OSMAR DE FREITAS NEVES JUNIOR

Monografia aprovada em 26 de novembro de 2018.

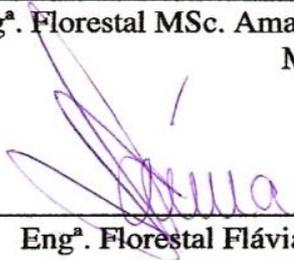
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho – UFRRJ
Orientador



Eng.ª Florestal MSc. Amanda Arantes Junqueira – UFRRJ
Membro



Eng.ª Florestal Flávia Fonseca Vinhas – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao povo brasileiro,
que apesar das dificuldades,
nunca perde a fé.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Osmar de Freitas Neves e Neide de Almeida Neves, que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela incrível experiência e por me proporcionar estudar em uma universidade pública, gratuita e de qualidade.

Ao meu orientador, professor, eterno tutor e amigo Alexandre Monteiro de Carvalho, pela grande contribuição no meu crescimento profissional e pessoal, além do companheirismo, conselhos e oportunidades que foram dadas a mim.

Aos membros da banca examinadora, Amanda Arantes Junqueira e Flávia Fonseca Vinhas, pelas valiosas colaborações a este trabalho.

Ao PET-Floresta e seus membros, pelas diversas experiências vividas.

Aos professores que tive o prazer de conhecer ao longo do curso e que tanto os admiro, pelas inúmeras contribuições.

À professora Vanessa Maria Basso, por me fazer enxergar as coisas de outra perspectiva.

Ao professor Rogério Luiz da Silva, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da disciplina de Monografia e Seminário, os quais foram de grande importância para a realização deste trabalho.

Aos membros do Laboratório de Processamento Mecânica de Madeiras, em especial ao meu amigo Carlos Eduardo “Cadu”, por toda a ajuda e puxões de orelha.

Ao amigo José Mário, sempre solícito, tendo parte importante neste trabalho.

À Bianca Freitas, minha irmã. A melhor do mundo.

À minha amada Luciana Mendes, presente que a Rural me deu, pelo amor e companheirismo ao longo destes anos.

A todos da minha família, em especial à minha tia Regina Célia.

Aos amigos Thaís Paula, Diune Bueno, Gabriela Mayrinck, Karina Muniz, Vanessa Gonçalves, Laís Cândido, Eduardo “Paizão” Silva, Thais Vilaronga e Anne Santos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A ampliação das possibilidades de utilização de madeiras de espécies nativas demanda um maior conhecimento de suas características, dentre elas, a qualidade de seu acabamento superficial após ser submetida às operações de usinagem, ou seja, a sua rugosidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a rugosidade superficial após o aplainamento de amostras de madeira de três espécies nativas da Mata Atlântica: *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhl., *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose., em quatro velocidades de avanço. Foram coletadas três árvores por espécie, em torno de 30 anos de idade, de experimentos silviculturais da Reserva Natural Vale, em Sooretama – ES. Foi feita confecção de vinte e quatro corpos de prova, sendo oito para cada uma das três espécies estudadas. Os corpos de prova foram submetidos à operação de aplainamento em quatro velocidades de avanço, a saber: 6, 8, 10 e 13 m/min. A qualidade das superfícies aplainadas foram avaliadas por meio de parâmetros de rugosidade, de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR ISO 4287, de 2002. Os parâmetros utilizados foram: Ra – Rugosidade média; Rz – Altura máxima do perfil; Rt – Altura total do perfil. A qualidade superficial das madeiras estudadas foi melhor para a espécie *Handroanthus serratifolius* e pior para a espécie *Zeyheria tuberculosa*. De modo geral, verificou-se que a velocidade de 6 m/min permitiu a ocorrência dos melhores resultados de qualidade superficial para os parâmetros Ra, Rz e Rt, diferindo significativamente das demais velocidades.

Palavras-chave: usinagem da madeira; qualidade superficial da madeira; velocidades de avanço.

ABSTRACT

The expansion of the possibilities of using wood of native species demands a greater knowledge of its characteristics, among them, the quality of its surface finish after being subjected to the machining operations, so being, its roughness. The objective of this work was to evaluate the surface roughness after the planing of wood samples from three native species of the Atlantic Forest: *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlm., *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. and *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose., at four feed rates. Three trees per species, around 30 years old, were collected from silvicultural experiments of the Vale Natural Reserve, in Sooretama - ES. Twenty-four test specimens were made, eight of them for each of the three species studied. The test specimens were submitted to the planing operation at four forward speeds, being: 6, 8, 10 and 13 m/min. The quality of the planned surfaces were evaluated by means of roughness parameters, in accordance with the Brazilian Regulatory Norm - NBR ISO 4287, of 2002. The parameters used were: Ra - Average roughness; Rz - Maximum profile height; Rt - Total profile height. The surface quality of the studied woods was better for the species *Handroanthus serratifolius* and worse for *Zeyheria tuberculosa*. In general, it was verified that the velocity of 6 m/min allowed the occurrence of the best surface quality results for the parameters Ra, Rz and Rt, differing significantly from the other velocities.

Keywords: machining of wood; surface quality of wood; feed rates of planer.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Características das espécies estudadas	2
2.1.1 <i>Paratecoma peroba</i> (Record & Mell) Kuhl.	2
2.1.2 <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	2
2.1.3 <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	3
2.2 Potencial madeireiro de espécies nativas.....	4
2.3 Usinagem da madeira	5
2.3.1 Aplainamento	5
2.4 Rugosidade superficial	7
2.4.1 Parâmetros de rugosidade.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Obtenção do material e confecção dos corpos-de-prova.....	9
3.2 Usinagem - aplainamento	10
3.3 Determinação dos parâmetros de rugosidade	11
3.4 Análise estatística	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Análise da rugosidade.....	12
5 CONCLUSÕES	18
6 RECOMENDAÇÕES	18
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXOS	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias de Ra, Rz e Rt na operação de aplainamento, por espécie.....	13
Tabela 2 – Médias de Ra, Rz e Rt na operação de aplainamento, por velocidade	13
Tabela 3 – Médias de Ra, Rz e Rt na operação de aplainamento, por local.....	15
Tabela 4 – Inteirações entre espécies e velocidades, em relação ao parâmetro Rt.....	15
Tabela 5 – Estatística descritiva para os dados referentes ao centro da superfície dos corpos de prova	16
Tabela 6 – Estatística descritiva para os dados referentes ao melhor acabamento (visualmente) da superfície dos corpos de prova.....	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Movimentos de corte concordante e discordante. Fonte: Adaptado de Stoeterau (2007).	6
Figura 2 – Grandezas de usinagem de um aplainamento. Em que – fz: avanço por dente; t: profundidade do arco cicloide; Vf: velocidade de avanço da peça de madeira; Vc: velocidade de corte.	6
Figura 3 – Rugosidade média (Ra). Fonte: adaptado de Guedes (2014).	8
Figura 4 – Altura máxima do perfil (Rz). Fonte: adaptado de Carter, (2015).	8
Figura 5 – Altura total do perfil (Rt). Fonte: adaptado de Carter, (2015).	9
Figura 6 – Corpos de prova das três espécies estudadas, com dimensões 5 x 5 x 50 cm.	10
Figura 7 – Plaina BALDAN DPC-4, com o avanço automático INMES PF-32. Fonte: Próprio autor.	10
Figura 8 – Sistema de engrenagens do avanço automático modelo PF-32. As combinações fornecem diferentes velocidades de avanço. Fonte: Próprio autor.	11
Figura 9 – Medição da rugosidade com o rugosímetro Digimess, modelo TR 200.	12
Figura 10 – Gráficos exemplificando o perfil de rugosidade no comprimento de amostragem para quatro velocidades de avanço.	14

1 INTRODUÇÃO

A madeira, devido suas características físicas, mecânicas, facilidade de ser trabalhada com equipamentos simples e de baixo consumo energético, aspecto decorativo – cores e desenhos variados, além da sensação de conforto que ela transmite ao usuário, faz com que esse material seja competitivo em relação aos outros materiais (ZENID, 1997).

Com o passar do tempo, foram desenvolvidos estudos que possibilitaram a ampliação dos seus usos, incluindo aqueles de relevante interesse econômico. Hoje são inúmeros os usos e possibilidades para a aplicação da madeira como matéria prima. Pode-se destacar, dentre eles: movelaria, pisos, esquadrias, construção civil, celulose e papel, carvão vegetal para consumo doméstico ou industrial, siderurgia, indústria automobilística (carrocerias de caminhões e outros), postes, mourões, embalagens, utensílios domésticos, calçados, lápis, artesanatos e outros mais (CARVALHO et al., 2018).

As plantações florestais voltadas para espécies nativas tem uma função significativa na promoção de paisagens sustentáveis em regiões tropicais. A silvicultura dessas espécies pode suprir uma importante parte do mercado de madeira regional e global, consequentemente reduzindo a pressão existente sobre áreas de florestas naturais (SEDJO, 2001).

Em Sooretama, Espírito Santo, está situada a Reserva Natural Vale, onde foram implantados projetos de pesquisas silviculturais, envolvendo um conjunto de espécies nativas com potencial madeireiro (KIERULFF, 2014), dentre elas a *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhl., *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose., sendo as três pertencentes à família botânica Bignoniaceae.

A *Paratecoma peroba* ocorre na Mata Atlântica, nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro e Bahia, (LINS, 2007; LOHMANN, 2015). A espécie foi muito explorada devido o seu alto potencial madeireiro (CNCFLORA, 2012).

A espécie *Zeyheria tuberculosa* é encontrada no Sudeste, com ocorrência também no Nordeste (LOHMANN, 2015), Apresenta madeira de ótima qualidade, tendo sido muito explorada na Mata Atlântica (LUZ et al., 1985).

A *Handroanthus serratifolius* ocorre no Sudeste, Nordeste e Amazônia, Nordeste (LOHMANN, 2015). É uma árvore muito utilizada para fins madeireiros, entre outros (LORENZI, 2008; RODRIGUES; MARTINS; BARROS, 2004;).

A ampliação das possibilidades de utilização de madeiras de espécies nativas demanda um maior conhecimento de suas características, dentre elas, a qualidade de seu acabamento superficial após ser submetida às operações de usinagem, ou seja, a sua rugosidade.

Dentre as técnicas utilizadas para avaliar a qualidade da superfície da madeira está o método quantitativo, onde a rugosidade é medida através da análise de um perfil bidimensional da superfície da matéria prima. Uma vez que a rugosidade é afetada pelo tipo de matéria-prima e pelas variáveis existentes do processo de usinagem, a compreensão da interferência destes fatores é de relevante importância (LEMASTER; BEALL, 1996).

Neste método, há a possibilidade de se utilizar um equipamento denominado rugosímetro, que tem como finalidade medir a rugosidade de determinada superfície, através de um mecanismo preciso que registra os chamados “picos” ou “saliências” e “vales” ou “reentrâncias” (SILVA et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a rugosidade superficial após o aplainamento de amostras de madeira de três espécies nativas da Mata Atlântica: *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhl., *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose., em quatro velocidades de avanço.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características das espécies estudadas

2.1.1 *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlmann.

A espécie *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlmann. pertence à família botânica Bignoniaceae (SILVA, 2012), tendo como sinonímia botânica *Paratecoma diandra* Kuhlmann e *Tecoma peroba* Record & Mell. É popularmente conhecida como “peroba-amarela” (ES), “peroba-do-campos”, “peroba”, “ipê” (BA), “peroba-tremida”, “ipê-claro”, “peroba-branca” (ES), “perobinha” (MG), “peroba-manchada”, “peroba-tigrina”, “ipê-peroba” e “ipê-rajado” (MG) (LORENZI, 2008). É endêmica do Brasil (LOHMANN, 2015), sendo encontrada em quatro estados do país: Minas Gerais, sul da Bahia, Espírito Santo e norte do estado do Rio de Janeiro (LINS, 2007), até 50 metros de altitude (GENTRY, 1992). É encontrada na Mata Atlântica (LOHMANN, 2015), em florestas estacionais semidecíduais (SILVA; NASCIMENTO, 2001), como também em florestas úmidas de terras baixas (ENGEL; MARTINS, 2005).

Segundo Lorenzi (2008), é uma espécie heliófita, semidecídua ou perenifolia, sendo característica de encostas bem drenadas da floresta pluvial atlântica. É encontrada no interior da floresta primária densa, porém suporta as formações abertas secundárias e distribui-se de forma descontínua.

A árvore pode chegar de 20 a 40 metros de altura, com tronco de 40 a 80 cm de diâmetro (LORENZI, 2008).

Conforme dados do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT (1989), a madeira de *Paratecoma peroba* possui o cerne variando de amarelo-acastanhado ou amarelado ao pardo-acastanhado, apresentando, algumas vezes, veios mais escuros; cheiro e gosto imperceptíveis; grã direita à ondulada; textura média; superfície irregularmente lustrosa.

Em plantio homogêneo em torno de 30 anos, apresenta madeira de densidade média a alta, com densidade aparente de 0,76 g/cm³ para amostra seca ao ar e densidade básica de 0,64 g/cm³; contração volumétrica de 14,37%; coeficiente de anisotropia de 1,20 (ROLIM et al. 2018).

De acordo com Rolim et al. (2018), a espécie tem muito pouca tendência a apresentar defeitos de torcimento e empenamentos, sendo indicada para uso estrutural, usos aparentes de acabamento em construções, movelaria, pisos e utensílios. O autor também destaca o bom comportamento frente às operações de usinagem de aplainamento de corte periférico, lixamento e frezamento lateral. Devido sua alta dureza, requer cuidados em processos de furação, sendo indicados elementos de ligação com maior resistência em relação ao padrão de mercado (ROLIM et al., 2018). A durabilidade natural é satisfatória quando em condições favoráveis ao apodrecimento (IPT, 1989).

Com relação às propriedades mecânicas, para teores de umidade próximos de 12%, demonstrou módulo de ruptura na flexão estática de 888,38 kgf/cm²; resistência máxima ao cisalhamento igual a 164,41 kgf/cm² e compressão paralela às fibras de 523,13 kgf/cm²; dureza Janka paralela e perpendicular iguais a 688 kgf e 820 kgf, respectivamente (ROLIM et al., 2018).

2.1.2 *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl.

A *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. é uma espécie pertencente à família botânica Bignoniaceae (SOUZA, 2015), tendo como sinonímia botânica *Bignonia tuberculosa* Vell., *Jacarandá tuberculosa* (Vell.) Steud. e *Zeyeria kuntzei* K. Schum. É conhecida por “ipê-felpudo”, “ipê-tabaco”, “bucho-de-carneiro”, “bucho-de-boi”, “bolsa-de-pastor”,

“camaruçu”, “ipê-boia”, “ipê-cabeludo”, “ipê-cumbuca”, “ipê-preto”, “ipê-una”, “velame-domato”, “saco-de-carneiro” (LORENZI, 2008). É nativa do Brasil, encontrada no sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro) e nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas e Sergipe) (LOHMANN, 2012), entre as altitudes de 50 e 1000 metros (GENTRY, 1992). De acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora (2012), ocorre também no Mato Grosso do Sul e Paraná. Ocorre na Mata Atlântica e Cerrado (LOHMANN, 2012), em floresta semidecídua (GENTRY, 1992) e floresta pluvial atlântica (LORENZI, 2008).

De acordo com Lorenzi (2008), é uma planta heliófita, semidecídua, pioneira, encontrada geralmente em solos na condição de média a alta fertilidade, ocorrendo tanto em formações secundárias como no interior da mata primária densa. Apresenta frequência rara em toda sua área de dispersão. Luz et al. (1985) afirma que a espécie é bastante rústica, invadindo e colonizando áreas degradadas.

A *Zeyheria tuberculosa* pode chegar de 15 a 23 metros de altura, com tronco de 40 a 60 cm de diâmetro e revestido por casca suberosa e espessa de até 5cm (LORENZI, 2008).

Segundo Carvalho et al. (2005), a madeira apresenta o alburno espesso, de coloração clara, enquanto que o cerne é de coloração amarelo-escuro, algumas vezes com reflexos esverdeados, alterando-se para castanho-amarelado quando exposta ao ar. Possui grã direita, com superfície lisa ao tato, algumas vezes de aspecto fibroso, lustrosa, com cheiro imperceptível e gosto ligeiramente amargo.

Em plantio homogêneo em torno de 30 anos, apresenta madeira de densidade média, com densidade aparente de 0,79 g/cm³ para amostra seca ao ar e densidade básica de 0,61 g/cm³; contração volumétrica de 13,73%; coeficiente de anisotropia de 1,53 (ROLIM et al. 2018). Mainieri (1970) encontrou valores de densidade aparente, a 15% de umidade, variando de 0,75 a 0,8 g/cm³.

A espécie possui dureza média, estabilidade regular a boa, sem tendência a empenamentos, sendo indicada para usos estruturais leves, mobiliários, pisos, cabos de ferramentas e utensílios. Demonstra boa trabalhabilidade no aplainamento e furações realizadas com brocas helicoidais e chatas, além de bom lixamento (ROLIM et al. 2018).

A madeira de *Zeyheria tuberculosa* é flexível e de alta durabilidade natural (LORENZI, 2008). Para teores de umidade próximos a 12%, demonstrou módulo de ruptura na flexão estática de 831,67 kgf/cm²; resistência máxima ao cisalhamento igual a 127,99 kgf/cm² e compressão paralela às fibras de 155,06 kgf/cm²; dureza Janka paralela e perpendicular iguais a 623,33 kgf e 736,67 kgf, respectivamente (ROLIM et al., 2018).

2.1.3 *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose

A espécie *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose pertence à família botânica Bignoniaceae (VISOTTO, 2015). É conhecida popularmente como “ipê-ovo-de-macuco” (ES), “pau-d’arco-amarelo” (PA), “piúva-amarela”, “tamurá-tuíra”, “ipê-pardo”, “ipê-do-cerrado”, “ipê-amarelo” e tendo como sinonímia botânica *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G. Nicholson, *Bignonia serratifolia* Vahl, *Bignonia flavescens* Vell. e *Bignonia conspícua* Rich. Ex DC (LORENZI, 2008). Ocorre nas regiões Amazônica, Nordeste, indo até a região Sudeste, sendo característica das florestas de terra firme, floresta ombrófila, floresta ombrófila densa e floresta estacional perenifólia (LOHMANN, 2015), desde o nível do mar até altitudes de 1200 metros (GONÇALVES, 2013; FERREIRA et. al. 2004).

De acordo com Lorenzi (2008), é uma espécie heliófita, decídua, largamente dispersa nas formações secundárias, como capoeiras e capoeirões, preferindo solos bem drenados situados nas encostas. Sua dispersão é geralmente uniforme e sempre muito esparsa.

A árvore dessa espécie pode atingir até 35 m de altura, com tronco de até 80 cm de diâmetro (FILHO; SARTORELLI, 2015).

Segundo Rolim et al. (2018), a madeira apresenta cerne e alborno indistinto, cor bege-amarelado, odor não característico, gosto indistinto, textura média, grã reversa e brilho não contrastado.

A madeira de *Handroanthus serratifolius*, em plantio homogêneo em torno de 30 anos, apresenta madeira de densidade elevada, com densidade aparente de 1,027 g/cm³ para amostra seca ao ar e densidade básica de 0,79 g/cm³; contração volumétrica de 19,14%; coeficiente de anisotropia de 1,35 (ROLIM et al. 2018). É muito dura, difícil de serrar, rica em cristais de lapachol e altamente durável sob quaisquer condições (LORENZI, 2008).

Para teores de umidade próximos a 12%, demonstrou módulo de ruptura na flexão estática de 782,38 kgf/cm²; resistência máxima ao cisalhamento igual a 154,08 kgf/cm² e compressão paralela às fibras de 598,86 kgf/cm²; dureza Janka paralela e perpendicular iguais a 1113,33 kgf e 1218,33 kgf, respectivamente (ROLIM et al., 2018).

A madeira é empregada na construção civil, principalmente na forma de tacos para assoalhos, esquadrias, revestimentos, vigas, dormentes, mourões, postes, eixos de roda de carroceria, cabos de ferramentas artefatos e utensílios (FILHO; SARTORELLI, 2015; ROLIM, 2018).

2.2 Potencial madeireiro de espécies nativas

Foi pelas espécies exóticas, sobretudo as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que teve início o conhecimento científico sobre as florestas plantadas no Brasil. Pesquisas recentes ressaltam as florestas nativas pela sua relevância no contexto da produção de madeira e na conservação do meio ambiente (BRASIL, 2007). As espécies exóticas manifestam elevada produtividade e competem com as espécies nativas, fazendo assim necessário o desenvolvimento de uma silvicultura alternativa, que tenha como foco explorar todo potencial das espécies nativas e que considere a alta produção concomitantemente com a geração de um impacto ambiental mínimo (SOUZA, 2012).

O Brasil conta com uma ampla diversidade de espécies arbóreas em suas florestas naturais, sendo desconhecido o potencial de uso de sua grande maioria. Das espécies que se tem conhecimento, é sabido que grande parte delas manifestam possibilidades de utilização tanto em produtos madeireiros como não madeireiros. Sendo assim, fundamenta-se o elevado potencial do Brasil no que diz respeito à geração de riquezas e bem-estar da sociedade, a partir de seus recursos oriundos da floresta, tendo em vista que alternativas de operações sustentáveis possam ser efetivadas pelos setores de produção (BRASIL, 2007).

Contudo, apesar dos diversos estudos voltados à caracterização tecnológica da madeira de espécies nativas brasileiras, principalmente nas pesquisas do LPF Ibama (SOUZA et al., 1997) e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (MAINIERE; CHIMELO, 1989) a maior parte dos estudos científicos que envolvem espécies nativas que são encontradas na literatura diz respeito às avaliações de germinação das sementes ou das exigências nutricionais das espécies nativas na etapa de produção de mudas (SOUZA, 2012). Desta maneira, os fatores negativos que dificultam e bloqueiam o uso mais intenso da madeira oriunda de espécies nativas no Brasil estão associados à carência de informações técnicas referentes à própria matéria-prima – que acabam por ocasionar desempenho insatisfatório – e à exploração ilegal e predatória das florestas (ZENID, 1997).

2.3 Usinagem da madeira

A usinagem da madeira diz respeito à facilidade de se processar a mesma com o uso de instrumentos específicos, pretendendo realizar não somente o corte do material, como também produzir formas e superfícies desejadas, almejando obter uma peça de qualidade satisfatória e da forma mais economicamente viável possível (BURGER, RICHTER, 1991), além de oferecer a segurança do operador (SILVA et al., 2005).

As operações de usinagem, quando padronizadas, possibilitam um bom rendimento das operações e melhoria da qualidade do produto final desejado, porém, por ser um material anisotrópico e de propriedades físicas e mecânicas variáveis, a madeira dificulta essa padronização, acarretando em uma queda na produtividade (JUNIOR et al., 2013).

Quando o objetivo é a utilização da madeira na indústria moveleira, a operação de usinagem corretamente executada propicia o melhor desempenho nos processos envolvidos no resultado do acabamento superficial, além de conferir maior viabilidade econômica à operação (SILVA, 2009).

Segundo Bonduelle (2002), pode-se expressar a usinagem da madeira por meio da função 5M, sendo:

- Matéria-prima – relacionada a todas as propriedades inerentes da madeira e suas influências no processo;
- Máquina – relacionada com os aspectos de construção das máquinas envolvendo os dispositivos de fixação, de condução e de exaustão de cavacos que objetivam a melhoria da operação de usinagem;
- Metodologia – engloba toda a descrição dos parâmetros de usinagem a serem empregados, bem como a seleção das ferramentas mais apropriadas para otimizar o processamento;
- Mão de obra – considera a capacitação dos operadores responsáveis pelas tarefas de usinagem que deve possuir conhecimentos de todos os itens anteriores para poder intervir caso seja percebido alguma deficiência no processo;
- Meio ambiente – considera-se que todas as etapas de processamento devem evitar degradações do ambiente, visando o aproveitamento satisfatório da matéria-prima, reduzindo os resíduos e ruídos.

A madeira possui a característica de ser um material anisotrópico, sendo possível, então, ser submetida às operações de usinagem de diferentes modos, em função da direção e sentido de ataque entre determinada ferramenta e as fibras da madeira. Pode ser trabalhada no sentido longitudinal, transversal e no topo, havendo singularidades em cada um deles (LEITZ, 2001).

2.3.1 Aplainamento

O aplainamento ou fresamento, no processo de usinagem da madeira, é caracterizado pela remoção de cavacos na operação de desbaste ou acabamento da superfície do material (LUCAS FILHO, 2004). As máquinas específicas que são utilizadas para essa finalidade contam, basicamente, com o conjunto do cabeçote, porta ferramentas com lâminas de corte e suportes de fixação (GONÇALVES, 2000). Tem como propósito conseguir superfícies satisfatoriamente uniformes e planas, sendo executado com uma ou mais lâminas fixas a um cilindro girante, associado ao deslocamento da peça (BIANCHI, 1996; GONÇALVES, 2000).

Na operação, os movimentos relativos entre o avanço da peça de madeira e o sentido de giro de corte da ferramenta são classificados em discordante e concordante (GONÇALVES, 2000). No sentido discordante, o movimento de avanço da peça de madeira a

ser usinada e o movimento de corte da ferramenta ocorrem opostamente sincronizados. No sentido concordante, os movimentos ocorrem no mesmo sentido (Figura 1).

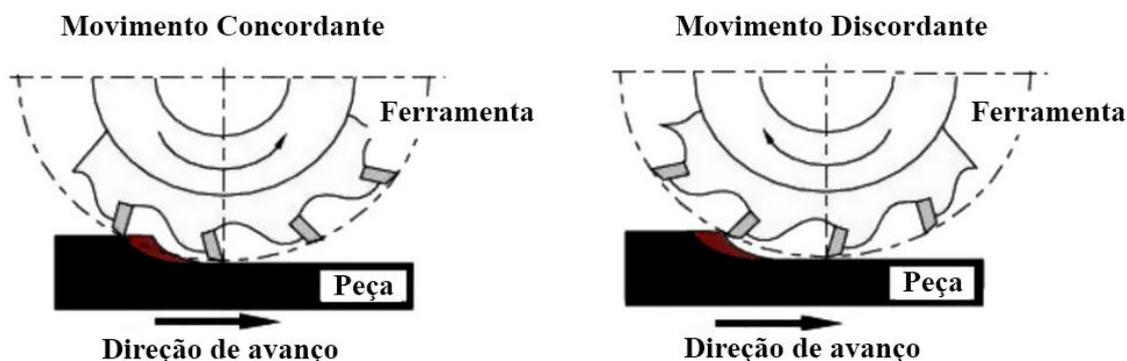


Figura 1 – Movimentos de corte concordante e discordante. Fonte: Adaptado de Stoeterau (2007).

O movimento concordante torna possível a obtenção de peças aplainadas com uma melhor qualidade do acabamento final, porém o movimento do tipo discordante é o mais utilizado por conferir ao operador menor periculosidade (CAMARGO, 2002).

De acordo com Bianchi (1996), como o movimento da lâmina de corte em relação à peça apresenta as componentes de velocidade de giro da ferramenta e avanço da peça, a resultante é um cicloide, em geral alongado, pois a velocidade tangencial da ferramenta é superior ao avanço da peça.

Segundo Braga (2011), após o processo de usinagem de aplainamento, verificam-se pequenas ondulações na superfície do material, os arcos cicloides, conhecidos como avanço por dente (f_z). A dimensão do avanço por dente é resultante da interação entre a velocidade de avanço (V_f), em m/min, correspondente ao movimento da peça de madeira e a ferramenta destinada a realizar o corte, além do número de dentes (z) e a rotação (n) (Figura 2).

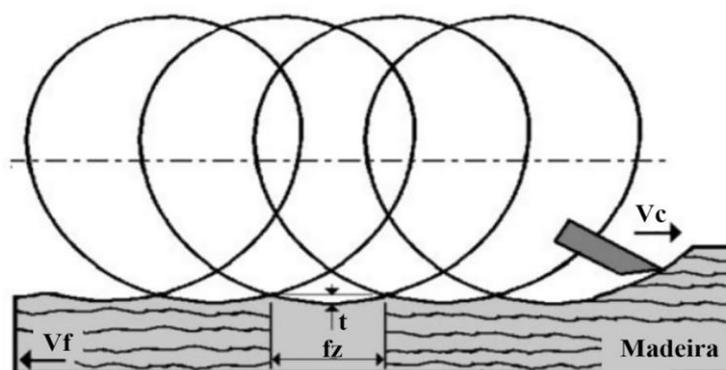


Figura 2 – Grandezas de usinagem de um aplainamento. Em que – f_z : avanço por dente; t : profundidade do arco cicloide; V_f : velocidade de avanço da peça de madeira; V_c : velocidade de corte. Fonte: Adaptado de Weissenstein (2000).

A velocidade de avanço e o avanço por dente são parâmetros importantes na operação e são inversamente proporcionais à qualidade da madeira. Quanto mais baixos forem os valores de V_f e f_z , melhor será o resultado da qualidade superficial do material. A velocidade de avanço varia em função do tipo e densidade da madeira, sendo utilizadas maiores velocidades em madeiras de menores densidades (SILVA et al., 2006).

2.4 Rugosidade superficial

A qualidade da superfície da madeira, após ser submetida às operações de usinagem, não é um aspecto pontual e sim uma interação ampla de todas as propriedades do material utilizado. Sendo assim, torna-se importante verificar a variação dessas propriedades por meio de métodos de medições na esfera macro e microscópica (KININMONTH; WHITEHOUSE, 1991).

A superfície usinada da madeira apresenta irregularidades e imperfeições em seu perfil, conhecidas como rugosidade (BONDUELLE, 2003). Pode ser em função da própria natureza do material, do processo de empregado, ou da combinação de ambos. As características referentes ao processamento que afetam a textura superficial são: a imprecisão da máquina-ferramenta, condições da ferramenta, vibração da ferramenta ou da peça a ser processada e a geometria de corte (LEMASTER; BEAL, 1996).

A estrutura da superfície da madeira processada é considerada uma importante componente na qualidade, cuja função é principalmente estética. Relaciona-se às exigências especificadas nos projetos da indústria moveleira e outras, para obtenção de superfícies lisas, livres de grandes ondulações ou defeitos, tais como manchas, causados pelo atrito que ocorre entre a ferramenta e a superfície da matéria-prima. Superfícies, quando apresentam boa qualidade, permitem melhor adesão de produtos como tintas e vernizes, utilizados em acabamentos superficiais (LUCAS FILHO, 2004).

A medição da rugosidade superficial de uma peça madeira pode ser realizada através do rugosímetro, que é caracterizado como um aparelho dotado de um apalpador com ponta de diamante que é deslocado sobre determinado comprimento do material, sendo capaz de ampliar os picos e vales que a superfície real apresenta, gerando parâmetros específicos.

2.4.1 Parâmetros de rugosidade

A Norma Brasileira Regulamentadora - NBR ISO 4287 especifica termos, definições e parâmetros para a determinação do estado da superfície de um material (ABNT, 2002).

O parâmetro R_a – Rugosidade média (Figura 3) corresponde à média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento $Z(x)$ obtidos no perfil avaliado (ln), em relação a linha média. Segundo a norma, o comprimento de amostragem (le) – também chamado de *cut off* – é o comprimento na direção x usado para identificar as irregularidades características do perfil de avaliação; e comprimento de medição (ln) é definido como sendo o comprimento na direção X usado para estabelecer o perfil de avaliação e pode conter um ou mais comprimentos de amostragem. Para uma maior confiabilidade dos dados, recomenda-se $ln = 5 \cdot le$.

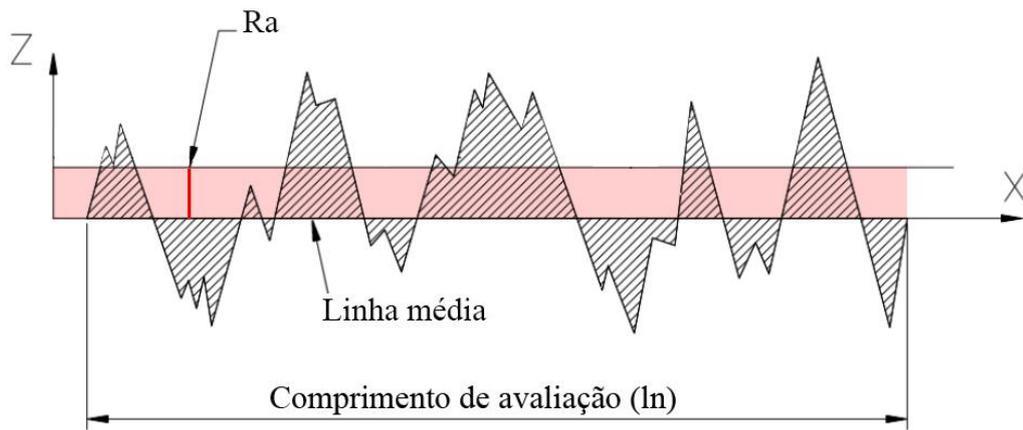


Figura 3 – Rugosidade média (Ra). Fonte: adaptado de Guedes (2014).

O Ra pode ser calculado através da Equação 1.

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l Z(x) dx \quad (1)$$

Em que $Z(x)$ é em função das ordenadas de afastamento.

O parâmetro Rz – Altura máxima do perfil (Figura 4) corresponde à soma (Z_n) da altura máxima dos picos do perfil (Z_p) e a maior das profundidades dos vales do perfil (Z_v), no comprimento de amostragem (le) (ABNT, 2002). Caso seja utilizado mais de um comprimento de amostragem (*cut off*), calcula-se a média aritmética dos valores das rugosidades parciais.

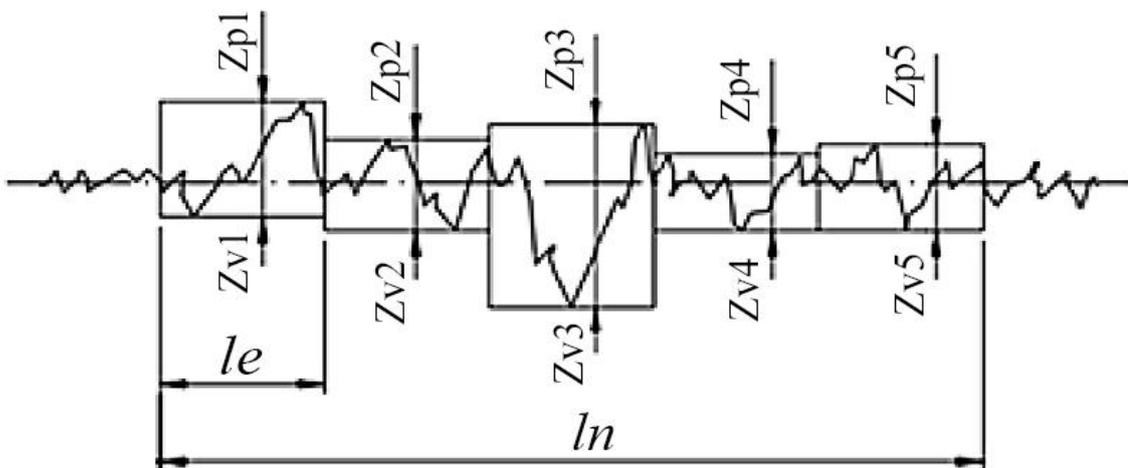


Figura 4 – Altura máxima do perfil (Rz). Fonte: adaptado de Carter, (2015).

O parâmetro Rz é calculado através da Equação 2.

$$Rz = \frac{Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5}{5} \quad (2)$$

O parâmetro R_t – Altura total do perfil (Figura 5) corresponde à soma das maiores alturas de pico do perfil (Z_p) e das maiores profundidades dos vales do perfil (Z_v) no comprimento de avaliação (l_n) (ABNT, 2002).

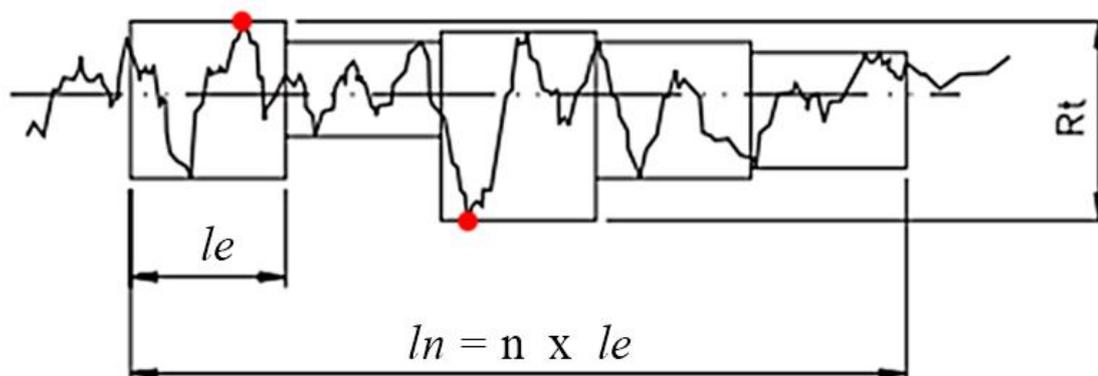


Figura 5 – Altura total do perfil (R_t). Fonte: adaptado de Carter, (2015).

Uma vez que R_t é definido no comprimento de avaliação e não no comprimento de amostragem, a seguinte relação será sempre válida para qualquer perfil: $R_t \geq R_z$ (ABNT, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção do material e confecção dos corpos-de-prova

Para a realização do presente estudo foram selecionadas três árvores de *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhl., três de *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. e três de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose., com base em seu estado fitossanitário, plantadas em experimentos silviculturais na Reserva Natural Vale, localizada na cidade de Sooretama – Espírito Santo. Os plantios são homogêneos e formados por árvores de espécies nativas. As árvores selecionadas foram colhidas com idade aproximada de 30 anos. As toras foram levadas ao desdobro primário na serraria do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, em serra de fita vertical, onde foram produzidas pranchas diametrais. As pranchas foram levadas à condição de umidade e equilíbrio com o ambiente, a partir da secagem das peças ao ar, em ambiente coberto, até atingirem umidade próxima a 12%. Posteriormente foram confeccionados os corpos de prova para estudo, no Laboratório de Processamento Mecânico de Madeiras.

Foram confeccionados vinte e quatro corpos de prova, sendo oito para cada uma das três espécies estudadas, com as dimensões de 5 x 5 x 50 cm (Figura 6).



Figura 6 – Corpos de prova das três espécies estudadas, com dimensões 5 x 5 x 50 cm.
Fonte: Próprio autor.

3.2 Usinagem - aplainamento

Na operação de usinagem denominada aplainamento, foi utilizada uma plaina desempenadeira modelo BALDAN DPC-4, equipada com três facas e de 4.500 rotações por minuto – RPM (Figura 7).



Figura 7 – Plaina BALDAN DPC-4, com o avanço automático INMES PF-32. Fonte: Próprio autor.

Para a alimentação das amostras foi utilizado o avanço automático da marca INMES, modelo PF-32. Nesse modelo de avanço automático as velocidades de alimentação são selecionadas por meio de quatro engrenagens que, de acordo com determinadas combinações entre as mesmas, possibilitam obter diferentes velocidades (Figura 8).

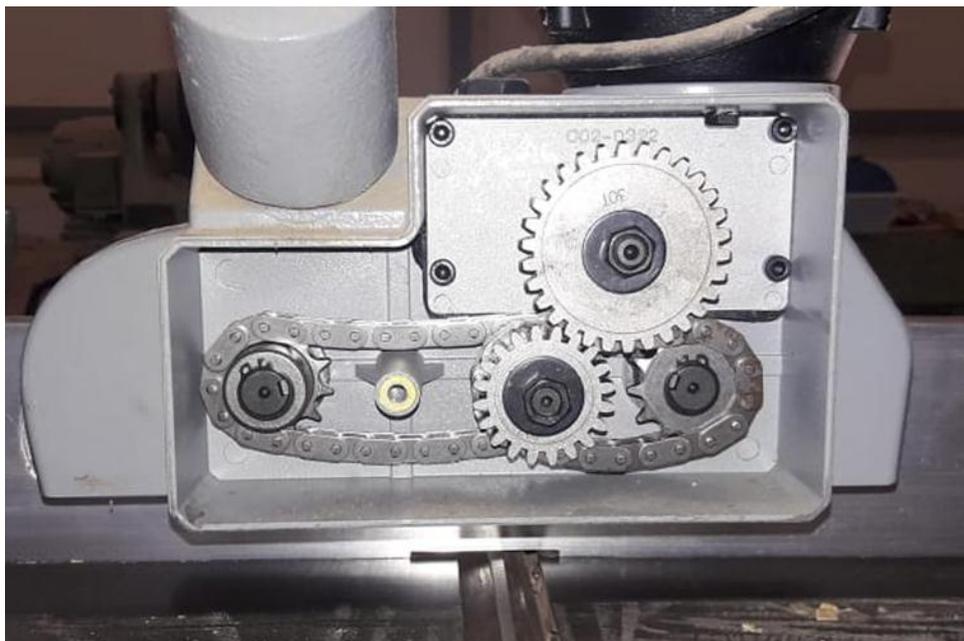


Figura 8 – Sistema de engrenagens do avanço automático modelo PF-32. As combinações fornecem diferentes velocidades de avanço. Fonte: Próprio autor.

Antes da execução do aplainamento, as facas foram retiradas do equipamento e afiadas, com o objetivo de não prejudicar o desempenho da operação. Cada corpo de prova foi submetido à operação de aplainamento em quatro velocidades de avanço, sendo cada uma delas executada em uma das quatro maiores faces da peça de madeira. Sendo assim, foram 8 superfícies aplainadas em cada velocidade, para cada espécie. Utilizou-se as seguintes velocidades de avanço:

- 6 metros / minuto;
- 8 metros / minuto;
- 10 metros / minuto;
- 13 metros / minuto.

3.3 Determinação dos parâmetros de rugosidade

A qualidade das superfícies submetidas à operação de aplainamento foi avaliada através de parâmetros de rugosidade. Para isso foi utilizado um rugosímetro de arraste portátil e digital, da marca Digimess, modelo TR 200, de haste de medição com ponta apalpadora cone-esférica de diamante (Figura 9).



Figura 9 – Medição da rugosidade com o rugosímetro Digimess, modelo TR 200.
Fonte: Próprio autor.

No total, foram avaliadas 96 superfícies, em que as medições foram efetuadas no sentido paralelo às fibras e em dois locais: no centro dos corpos de prova e na região onde visualmente apresentou o melhor acabamento. O comprimento de amostragem (*cut off*) adotado foi de 2,5mm, realizado cinco vezes, totalizando um comprimento de medição de 1,25 cm. Também foram utilizados o range (amplitude) de +/- 80 µm e filtro de Gauss. Determinou-se os parâmetros Ra – rugosidade média, Rz – rugosidade máxima e Rt – rugosidade total.

3.4 Análise estatística

Com o objetivo de comparar os parâmetros Ra, Rz e Rt na superfície aplainada, foi realizado a Análise de Variância (ANOVA) seguido do Teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas no software ASSISTAT 7.6 e foi adotado o nível de significância de 5% para todos os testes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da rugosidade

A análise de variância para cada um dos parâmetros de rugosidade Ra, Rz e Rt das espécies utilizadas se encontram nos Anexos. Observou-se que foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, ao nível de 5% de significância.

Foram comparadas as médias dos parâmetros de rugosidade em relação à cada uma das três espécies (Tabela 1).

Tabela 1– Médias de Ra, Rz e Rt na operação de aplainamento, por espécie

Espécie	Parâmetro		
	Ra (µm)	Rz (µm)	Rt (µm)
Peroba-amarela	4,07 b	24,58 b	36,45 b
Ipê-felpudo	4,24 a	27,21 a	41,39 a
Ipê-ovo-de-macuco	3,64 c	20,66 c	31,35 c

Ra: rugosidade média, Rz: altura máxima do perfil e Rt: altura total do perfil. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna para cada parâmetro não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, $p>0,05$).

A qualidade superficial das madeiras estudadas, expressas pelos parâmetros Ra, Rz e Rt, foi melhor para o ipê-ovo-de-macuco e pior para o ipê-felpudo, respectivamente, menor e maior valor médio. A peroba-amarela se encontra em uma posição intermediária em relação às demais.

As médias apresentadas dizem respeito aos valores obtidos para todas as velocidades empregadas e, ainda, para as avaliações realizadas no centro do corpo de prova e no local onde visualmente ocorreu melhor acabamento.

Também foram comparadas as médias dos parâmetros de rugosidade ao variar as velocidades de avanço dos corpos de prova na operação de usinagem (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de Ra, Rz e Rt na operação de aplainamento, por velocidade

Velocidade	Parâmetro		
	Ra (µm)	Rz (µm)	Rt (µm)
6 m/min	2,62 c	18,80 c	30,99 c
8 m/min	4,01 b	25,18 b	37,87 ab
10 m/min	4,18 b	24,58 b	35,35 bc
13 m/min	5,05 a	28,03 a	41,36 ab

Ra: rugosidade média, Rz: altura máxima do perfil e Rt: altura total do perfil. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna para cada parâmetro não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, $p>0,05$).

De modo geral, verificou-se que, para as espécies avaliadas, a velocidade de 6 m/min permitiu a ocorrência dos melhores resultados de qualidade superficial para os parâmetros Ra, Rz e Rt, diferindo significativamente das demais velocidades. As velocidades de 8 m/min e 10 m/min não apresentaram diferença significativa entre si, enquanto que a velocidade de 13 m/min foi a menos satisfatória de todas, apresentando os maiores valores de rugosidade.

Na literatura foi reportado comportamento semelhante para a madeira da espécie *Artocarpus heterophyllus*, onde o menor valor de Ra foi verificado na velocidade de 6 m/min (3,68 µm) e o maior na velocidade de 13 m/min (5,72 µm). O Ra obtido nas velocidades intermediárias, de 8 m/min (4,42 µm) e 10 m/min (4,82 µm) não apresentaram diferenças significativas (RIBEIRO, 2015).

Observou-se uma possível incoerência em relação ao parâmetro R_t , onde as médias indicaram que a velocidade de 6 m/min não difere significativamente da velocidade de 10 m/min, mas difere da velocidade subsequente, de 8 m/min. Tal fato pode ser explicado pelo parâmetro ser o mais sensível dos três, onde uma ou poucas amplitudes mais elevadas podem causar significativas alterações na média final, indicando a necessidade de um maior número de repetições.

Na Figura 10 são apresentados exemplos de gráficos gerados representando o perfil de rugosidade no comprimento de amostragem para as quatro velocidades de avanço. Para a obtenção dos gráficos foi utilizado o software *TimeSurf for TR 200 v.1.4*.

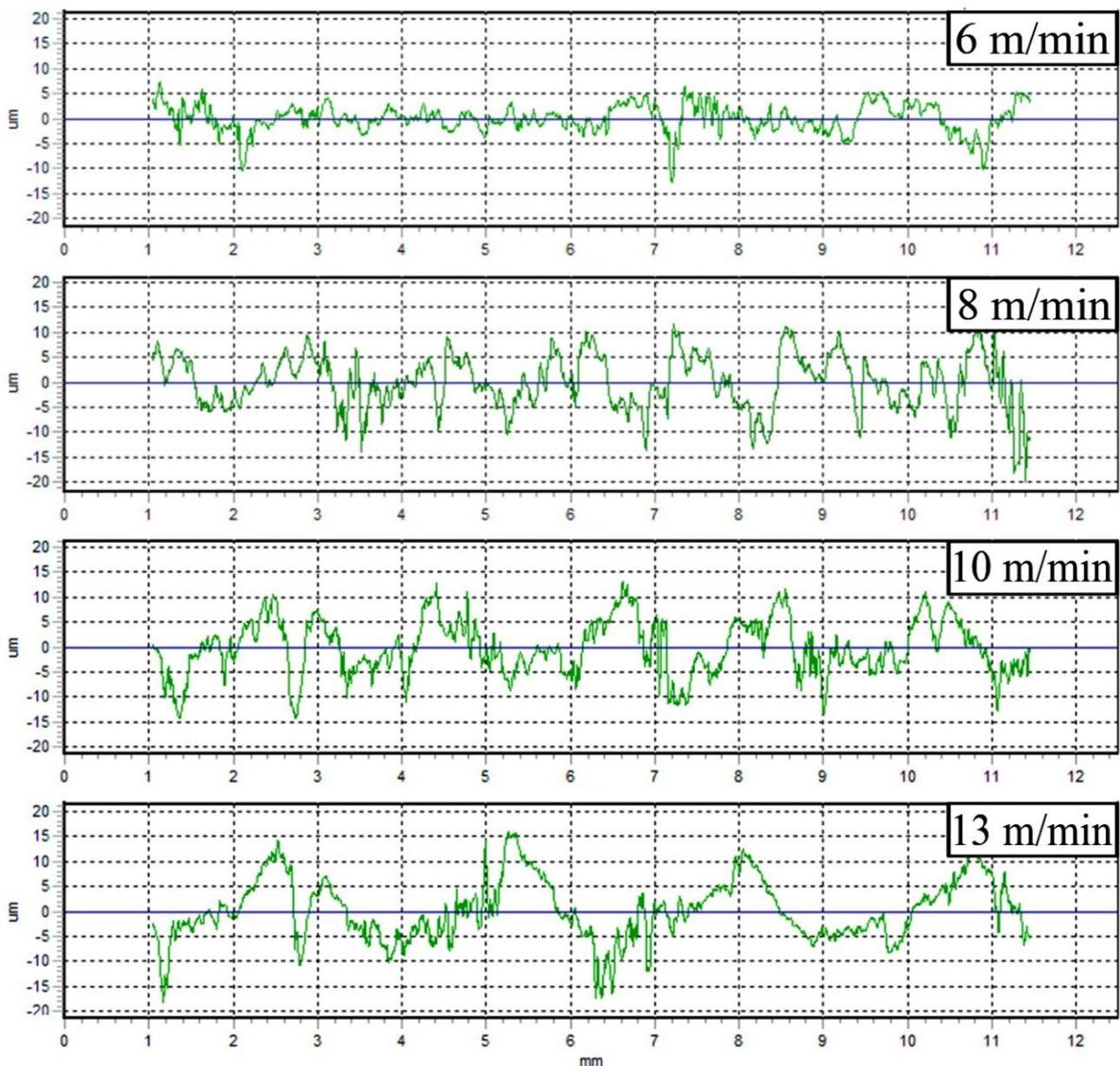


Figura 10 – Gráficos exemplificando o perfil de rugosidade no comprimento de amostragem para quatro velocidades de avanço.

Foram comparados, estatisticamente, os parâmetros de rugosidade no centro da peça e no melhor acabamento a olho nu (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de Ra, Rz e Rt na operação de aplainamento, por local

Local	Parâmetro		
	Ra (μm)	Rz (μm)	Rt (μm)
Centro da peça	4,24 a	26,22 a	40,00 a
Melhor acabamento (visualmente)	3,69 b	22,08 b	32,79 b

Ra: rugosidade média, Rz: altura máxima do perfil e Rt: altura total do perfil. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna para cada parâmetro não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, $p>0,05$).

As diferenças encontradas a olho nu, entre a qualidade da superfície do centro da peça e do local onde houve a ocorrência do melhor acabamento foram também confirmadas estatisticamente, para todos os parâmetros. A avaliação proposta na área do melhor acabamento tem como objetivo conhecer o potencial das madeiras estudadas. Contudo, o resultado relacionado ao centro da peça possui maior importância por evitar a superestimação da qualidade superficial.

De todas as interações calculadas pelos testes e análises estatísticas, foram verificadas interações significativas apenas entre os fatores espécie e velocidade, para o parâmetro Rt (Tabela 4).

Tabela 4 – Interações entre espécies e velocidades, em relação ao parâmetro Rt

Espécie	Velocidade			
	6 m/min	8 m/min	10 m/min	13 m/min
Peroba-amarela	29,79 aB	38,68 aA	35,65 abAB	41,67 bA
Ipê-felpudo	35,10 aB	39,17 aB	40,50 aB	50,80 aA
Ipê-ovo-de-macuco	28,09 aA	35,77 aA	29,90 bA	31,62 cA

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey, $p>0,05$). Valores de rugosidade estão expressos em μm .

Para a peroba-amarela, a menor média absoluta foi observada na velocidade de 6 m/min, apresentando diferença significativa entre a velocidade de 8 m/min e 13 m/min, não sendo possível concluir para a velocidade de 10 m/min, pela ocorrência de ambiguidade.

Em relação ao ipê-felpudo, não houve diferenças significativas entre as médias obtidas nas velocidades 6 m/min, 8 m/min e 10 m/min, sendo as três melhores quando comparadas à velocidade de 13 / min.

As médias para o ipê-ovo-de-macuco não apresentaram diferenças significativas entre as velocidades utilizadas.

Foram realizados alguns cálculos de estatística descritiva (média e coeficiente de variação) para os dados obtidos de rugosidade Ra, Rz e Rt, nas três espécies e nas quatro velocidades, para valores referentes ao centro da superfície dos corpos de prova (Tabela 5).

Tabela 5 – Estatística descritiva para os dados referentes ao centro da superfície dos corpos de prova

Espécie	Velocidade (m/min)	Média		
		Ra	Rz	Rt
<i>Paratecoma peroba</i> (peroba-amarela)	6	2,87 _(27,11)	20,98 _(32,11)	32,59 _(24,50)
	8	4,17 _(15,37)	27,22 _(19,41)	42,15 _(15,77)
	10	4,36 _(13,77)	26,19 _(20,75)	38,20 _(22,23)
	13	5,58 _(9,63)	31,19 _(15,94)	44,34 _(28,83)
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (ipê-felpudo)	6	3,66 _(19,78)	26,49 _(22,34)	41,41 _(14,63)
	8	4,67 _(14,49)	29,57 _(22,57)	43,74 _(22,24)
	10	4,61 _(10,33)	28,80 _(15,33)	42,73 _(13,47)
	13	5,56 _(4,15)	35,24 _(16,86)	57,32 _(30,55)
<i>Handroanthus serratifolius</i> (ipê-ovo-de-macuco)	6	2,41 _(6,96)	16,90 _(11,08)	31,74 _(15,88)
	8	4,24 _(19,92)	26,75 _(16,23)	41,55 _(20,28)
	10	3,89 _(9,87)	22,23 _(19,69)	32,61 _(22,06)
	13	4,81 _(6,84)	23,14 _(15,48)	31,60 _(23,11)

Parâmetros Ra, Rz e Rt expressos em μm . Resultados entre parênteses indicam o coeficiente de variação (%)

Os valores dos coeficientes de variação (CV%) obtidos são, em geral, altos, porém aceitáveis para a área florestal, pelo fato da madeira ser um material heterogêneo e possuir maiores variações em comparação a outros materiais. O parâmetro Ra apresentou os menores valores de CV% para a velocidade de 13 m/min, em todas as espécies avaliadas, ou seja, são mais homogêneos em comparação às demais velocidades. O parâmetro Rt teve o maior número de CV% elevados, o que é justificado por ser o único parâmetro onde, na obtenção do mesmo, não é realizado um cálculo de média entre maiores picos e vales, ao longo do comprimento de avaliação.

A mesma estatística descritiva foi calculada para os parâmetros de rugosidade obtidos para as três espécies e quatro velocidades, na condição do melhor acabamento superficial (visualmente) dos corpos de prova (Tabela 6).

Tabela 6 – Estatística descritiva para os dados referentes ao melhor acabamento (visualmente) da superfície dos corpos de prova

Espécie	Velocidade (m/min)	Média		
		Ra	Rz	Rt
<i>Paratecoma peroba</i> (peroba-amarela)	6	2,31 (21,43)	16,81 (21,87)	26,99 (31,43)
	8	3,67 (16,76)	23,28 (21,58)	35,20 (24,28)
	10	4,34 (14,44)	24,39 (20,79)	33,10 (23,17)
	13	4,83 (10,19)	26,79 (15,57)	39,01 (16,73)
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (ipê-felpudo)	6	2,52 (15,07)	18,25 (19,32)	28,79 (26,43)
	8	3,83 (13,08)	23,95 (22,13)	34,60 (26,76)
	10	4,09 (12,16)	25,93 (16,47)	38,27 (20,31)
	13	5,01 (8,50)	29,44 (9,53)	44,28 (19,43)
<i>Handroanthus serratifolius</i> (ipê-ovo-de-macuco)	6	1,99 (18,96)	13,37 (23,22)	24,44 (41,30)
	8	3,50 (10,96)	20,53 (23,59)	29,99 (29,67)
	10	3,77 (17,50)	19,97 (22,25)	27,18 (23,40)
	13	4,49 (4,96)	22,42 (12,38)	31,65 (20,30)

Parâmetros Ra, Rz e Rt expressos em μm . Resultados entre parênteses indicam o coeficiente de variação (%)

Verificou-se que os menores valores de CV%, para todos os parâmetros e espécies, foram obtidos na velocidade de 13 m/min. De forma semelhante ao que foi observado para os dados referentes ao centro da superfície do corpo de prova, os CV% para o parâmetro Rt foram, em geral, mais elevados.

5 CONCLUSÕES

- A madeira da espécie *Handroathus serratifolius* (ipê-ovo-de-macuco) apresentou maior facilidade de ser trabalhada na operação de usinagem de aplainamento, ao passo que a espécie *Zeyheria tuberculosa* (ipê-felpudo) apresentou menor facilidade.
- Com base nos parâmetros de rugosidade, a madeira da espécie *Handroathus serratifolius* (ipê-ovo-de-macuco) é a mais indicada para usos de madeira aparente, seguido por *Paratecoma peroba* (peroba-amarela) e *Zeyheria tuberculosa* (ipê-felpudo).
- Diferentes velocidades de avanço proporcionaram diferentes níveis de rugosidade superficial, o que representa uma condição de operação onde o operador deve se atentar ao ajuste entre velocidades por espécie, a fim de proporcionar esteticamente um mesmo resultado.
- As velocidades de 8 m/min e 10 m/min proporcionaram uma condição similar nos processos de aplainamento, indicando que, para as espécies estudadas, o uso da velocidade de 10 m/min proporciona maior produtividade sem significativa perda de qualidade do produto final.
- O conjunto de valores obtidos no parâmetro Ra foi mais homogêneo ao se usar a velocidade de 13 m/min. Sendo assim, se o objetivo for a obtenção de superfícies aplainadas com rugosidades mais elevadas, espera-se conseguir produtos com maior padronização.

6 RECOMENDAÇÕES

- Para futuros trabalhos, recomenda-se um maior número de repetições para cada uma das condições a ser avaliada, objetivando minimizar possíveis incoerências, principalmente relacionadas ao parâmetro de rugosidade Rt.
- Recomenda-se afiar todas as facas do equipamento de forma rigorosa antes da madeira alvo de estudo de rugosidade ser submetida à operação de usinagem de aplainamento.
- Os aparelhos destinados à medição de rugosidade, como o rugosímetro de arraste, devem ser corretamente calibrados antes da realização das avaliações.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4287**: Especificações geométricas do produto (GPS) – Rugosidade: Método do perfil -Termos, definições e parâmetros da rugosidade. Rio de Janeiro, 2002. 18 p.

AWALE, S. *et al.* Nitric oxide (NO) production inhibitory constituents of *Tabebuia avellanedae* from Brazil. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, Toyko, v. 53, n. 6, p.710-713, Jun. 2005.

BIANCHI, K. E. **Concepção de uma máquina CNC para medição e usinagem de peças em madeira**. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Setor de Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

BONDUELLE, A. Usinagem, material de corte e desgaste do gume. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 64, p. 80-86, maio 2002.

BONDUELLE, A. **Processamento mecânico da madeira**. Curitiba: UFPR, 2003

BRAGA, P. P. C. **Qualidade na usinagem e no acabamento da madeira de *Coffea arabica***. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

BRASIL. **Plano Nacional de Silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais** – MMA; MAPA; MDA; MCT. Brasília. 38 p. 2007.

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

CAMARGO, R. **Rugosidade superficial nas operações de torneamento**. Santa Bárbara D'Oeste: SENAI, 2002.

CARVALHO, A. M. *et al.* Avaliações de qualidade da madeira em espécies nativas de plantios florestais. In: ROLIM, S. G.; PIOTTO, D. **Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica**. Belo Horizonte. Editora Rona, 2018. p. 45-52.

CARVALHO, E. R. **Ipê-Felpudo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 9 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 112).

CARTER, M. A. **Telecurso 2000 – Metrologia – Profissionalizante – Aula 19**, Disponível em: <http://www.grima.ufsc.br/capp/rugosidade/aula19_ParametrosDeRugosidade.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018.

CNCFLORA. *Paratecoma peroba* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Paratecoma_peroba>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ENGEL, V. L.; MARTINS, F. R. Reproductive Phenology of Atlantic Forest Tree Species in Brazil: an Eleven Year Study. **Tropical Ecology**, v. 46, n. 1, p. 1-16, 2005.

FERREIRA L.; CHALUB, D.; MUXFELDT, R. Ipê-amarelo: *Tabebuia serratifolius* (Vahl) Nichols. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**. Versão online ISSN 1679-8058. Nº5, 2004.

FILHO, E. M. C.; SARTORELLI, P, A, R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015.

GENTRY, A.H. Bignoniaceae: Part II (Tribe Tecomeae). **Flora Neotropica**, v. 25, n. 2, p. 1-370, 1992.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da madeira**. Bauru: SP, 2000. 242 p.

GONÇALVES, L. H. N. **Qualidade fisiológica e expressão de proteínas em sementes de *Handroanthus serratifolia* submetidas à secagem**. Lavras: UFLA, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p.

JÚNIOR, A. F. D. et al. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 93-107, mai. 2013.

KIERULFF, M. C. M. et al. Reserva Natural Vale: história e aspectos físicos. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, RS, v. 49, p. 7-40, jul./dez. 2014.

KININMONTH, J. A.; WHITEHOUSE, L. J. **Properties and use of New Zealand radiata pine: wood properties**. New Zealand: Forest Research Institute, 1991. v. 1, p. 13-18.

LEMASTER, R. L.; BEALL, F. C. The use of an optical perfilometer to measure surface roughness in medium density fiberboard. **Forest Product Journal**, v. 46, n.11/12, p.73-80, 1996.

LEITZ. **Leitz Lexikon**. Unterschneidheim, 150 p, 2001.

LINS, B. L. A. **Fenologia de *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlm. (Bignoniaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual na Estação Ecológica de Guaxindiba, RJ**. 2007. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

LOHMANN, L. G. Bignoniaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB114468>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

LOHMANN, L.G. Bignoniaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB114468>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 384p.

LUCAS FILHO, F. C. **Análise da usinagem da madeira visando a melhoria de processos em indústrias de móveis**. 176 f. Tese (Doutorado em Gestão do Design e do Produto) - Setor de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

LUZ, H. F.; FERREIRA, M. **Ipê-Felpudo (*Zeyhera tuberculosa* (Vell) Bur.)**: Essência Pioneira com Grande Potencial Silvicultural. IPEF, v. 31, p. 13-21, 1985

MAINIERI, C. (Org.). **Madeiras brasileiras: características gerais, zonas de maior ocorrência, dados botânicos e usos**. São Paulo: Instituto Florestal, 1970. 109 p.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 418p, 1989.

PANSHIN, A. J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. New York: McGraw-Hill, 1980. 722 p.

RIBEIRO, R. A. et al. Avaliação da rugosidade superficial em madeira de *Artocarpus heterophyllus* Lam. submetidas ao fresamento periférico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 2017. 11 p.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; BARROS, L. C. Tropical Rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.190, n. 2-3, p. 323-333, Mar. 2004.

SEDJO, R. A. From foraging to cropping: the transition to plantation forestry, and implications for wood supply and demand. **Unasyuva**, v. 52, n. 204, p. 24-27, 2001.

ROLIM, S. R. et al. Crescimento e características da madeira de espécies arbóreas em experimentos silviculturais no norte do Espírito Santo. In: ROLIM, S. G.; PIOTTO, D. **Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica**. Belo Horizonte. Editora Rona, 2018. p. 53-159.

SILVA, A, M, P. et al. Atividade biológica de naftoquinonas de espécies de Bignoniaceae. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, RJ, v. 7, n. 4, p. 207-215, out./dez. 2012.

SILVA, G. C.; NASCIMENTO, M. T. Fitossociologia de um Remanescente de Mata sobre Tabuleiros no Norte do Estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão), **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n. 1, p.51-62, 2001.

SILVA, J. R. M. et al. Interação da luz laser para a avaliação da textura de madeiras nativas e de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 167-175, 2005.

SILVA, J. R. M. A utilização de rugosímetro na qualificação das superfícies usinadas em madeiras de *Eucalyptus* sp. In: ENCONTRO NACIONAL EM MADEIRAS E EM

ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, São Pedro. **Anais...** São Carlos: EBRAMEM, 2006. 1 CD-ROM.

SOUZA, C. V. **Biologia floral de *zeyheria tuberculosa* (Bignoniaceae)**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

VISOTO, L. M. S. **Comparação de eventos fenológicos e diversidade genética de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose (Bignoniaceae) em área urbana e rural**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecosistemas Fragmentados e Agrossistemas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, M. G. O. S. **Crescimento de espécies florestais em povoamentos puros e sua influência sobre atributos edáficos em trajano de Moraes, RJ**. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

SOUZA, M. H. et al. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 152 p, 1997.

SOFFIATI NETTO, A. A. Breve Estudo de Eco-história Sobre a Utilização Humana das Florestas Estacionais do Norte-Noroeste entre os Períodos Colonial e Republicano. **Vértices**, v. 13, n. 2, p. 7-30, 2011.

STOETERAU, R. L. **Processos de Usinagem, curso de Engenharia Mecânica**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

TAYLOR, J. B.; CARRANO, A. L.; LEMASTER, R. L. Quantification of process parameters in a Wood sanding operation. **Forest Products Journal**. V. 49, n. 5, p. 41-46, 1999.

ZENID, G. J. **Espécies nativas com potencial madeireiro e moveleiro**. Divisão de Produtos Florestais. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 1997.

ANEXOS

ANEXO A – Resultados gerados a partir do *software* estatístico ASSISTAT 7.6, referentes ao parâmetro Ra.

=====

ASSISTAT Version 7.6 beta (2011) - Website <http://www.assistat.com>
By Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG Updated on 09/15/2011

=====

File RaResultado Date 11/27/2011 Time 07:35:03

FACTORIAL EXPERIMENT

VARIANCE TABLE

	V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Factor1-F1	2	11.98030	5.99015	21.2293	**
Factor2-F2	3	144.71471	48.23824	170.9579	**
Factor3-F3	1	14.11911	14.11911	50.0386	**
Int. F1xF2	6	2.46170	0.41028	1.4541	ns
Int. F1xF3	2	1.21654	0.60827	2.1557	ns
Int. F2xF3	3	1.82921	0.60974	2.1609	ns
Int.F1x2x3	6	1.10917	0.18486	0.6552	ns

Treatments	23	177.43073	7.71438	27.3400	**
Error	168	47.40362	0.28216		

Total	191	224.83435			

** Significant at a level of 1% of probability ($p < .01$)

* Significant at a level of 5% of probability ($.01 \leq p < .05$)

ns Non-significant ($p \geq .05$)

Factor 1 = Espécie
Factor 2 = Velocidade
Factor 3 = Local

AVERAGES AND MEASURES

Factor1 averages

1	4.01619	b
2	4.24188	a
3	3.63650	c

SMD1 = 0.22202

Factor2 averages

1	2.62425	c
2	4.01275	b
3	4.17542	b
4	5.04700	a

SMD2 = 0.28142

Factor3 averages

1	4.23603	a
2	3.69368	b

SMD3 = 0.15127

INTERACTION AVERAGES

Averag.Fator 1 x Fator 2

		Fator 2		
Fator 1		1	2	3
1	2.5881	3.9198	4.3491	
2	3.0891	4.2499	4.3474	
3	2.1956	3.8686	3.8298	

Continuação

Averag.Fator 1 x Fator 2

		Fator 2	
Fator 1		4	
1	5.2078		
2	5.2812		
3	4.6521		

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

Averag.Fator 1 x Fator 3

		Fator 3	
Fator 1		1	2
1	4.2475	3.7849	
2	4.6242	3.8596	
3	3.8364	3.4366	

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

Averag.Fator 2 x Fator 3

		Fator 3	
Fator 2	1	2	
1	2.9790	2.2695	
2	4.3601	3.6654	
3	4.2875	4.0634	
4	5.3176	4.7764	

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

FOR FACTOR 1 FACTOR 2, FACTOR 3...

The Tukey Test at a level of 5% of probability was applied
The averages followed by the same letter do not differ statistically between themselves

OA = 3.96485 VC% = 13.39750

DATA

2.043	2.560	4.637	2.819	2.371	2.609	2.969	2.958
1.949	2.251	3.262	1.735	2.368	2.315	1.873	2.690
3.706	3.975	3.780	3.608	3.804	5.449	4.772	4.283
3.262	2.719	3.781	3.266	3.398	4.204	4.579	4.131
3.519	4.327	4.492	4.623	4.226	3.771	5.527	4.419
3.415	4.028	4.620	4.384	4.975	3.816	4.113	5.331
4.987	5.332	6.270	6.338	5.566	5.903	4.959	5.318
3.943	5.628	4.462	4.821	4.940	4.800	4.880	5.177
2.925	3.375	3.368	4.343	3.556	2.795	3.980	4.939
2.861	2.294	2.683	2.354	3.108	1.926	2.259	2.659
3.793	4.873	3.662	5.285	5.214	4.415	5.473	4.667
3.308	4.722	3.205	3.846	4.261	3.710	3.996	3.568
3.788	4.810	4.932	4.896	4.393	5.235	4.689	4.118
3.387	4.069	4.454	4.561	3.803	4.518	4.489	3.416
5.246	5.870	5.335	5.358	5.477	5.743	5.734	5.686
4.450	4.817	4.576	5.121	5.465	5.695	4.831	5.095
2.620	2.299	2.425	2.344	2.585	2.369	2.467	2.140
2.174	1.956	1.355	2.356	1.847	2.530	1.662	2.001
5.673	2.938	3.533	4.479	4.476	4.868	4.144	3.772
3.314	3.500	3.203	4.077	3.821	3.571	2.842	3.686
3.626	4.451	3.770	4.148	4.160	3.262	3.636	4.081
3.142	3.966	2.861	3.948	3.783	3.468	3.925	5.049
4.491	4.473	4.884	5.520	4.933	4.727	4.712	4.760
4.465	4.399	4.442	4.897	4.150	4.406	4.709	4.465

ANEXO B – Resultados gerados a partir do *software* estatístico ASSISTAT 7.6, referentes ao parâmetro Rz.

ASSISTAT Version 7.6 beta (2011) - Website <http://www.assistat.com>
By Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG Updated on 09/15/2011

File ResultadoRz Date 11/27/2011 Time 07:46:07

FACTORIAL EXPERIMENT

VARIANCE TABLE

V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Factor1-F1	2	1388.80414	694.40207	31.8238 **
Factor2-F2	3	2158.39905	719.46635	32.9724 **
Factor3-F3	1	825.93317	825.93317	37.8517 **
Int. F1xF2	6	187.20319	31.20053	1.4299 ns
Int. F1xF3	2	54.24445	27.12223	1.2430 ns
Int. F2xF3	3	77.06250	25.68750	1.1772 ns
Int.F1x2x3	6	64.13090	10.68848	0.4898 ns
Treatments	23	4755.77740	206.77293	9.4762 **
Error	168	3665.79908	21.82023	
Total	191	8421.57648		

** Significant at a level of 1% of probability ($p < .01$)

* Significant at a level of 5% of probability ($.01 \leq p < .05$)

ns Non-significant ($p \geq .05$)

Factor 1 = Espécie
Factor 2 = Velocidade
Factor 3 = Local

AVERAGES AND MEASURES

Factor1 averages

1	24.57920	b
2	27.20828	a
3	20.66249	c

SMD1 = 1.95243

Factor2 averages

1	18.79956	c
2	25.18248	b
3	24.58396	b
4	28.03396	a

SMD2 = 2.47478

Factor3 averages

1	26.22405 a
2	22.07593 b

SMD3 = 1.33027

INTERACTION AVERAGES

Averag.Fator 1 x Fator 2

		Fator 2		
Fator 1				
	1	2	3	
1	18.8938	25.1481	25.2863	
2	22.3700	26.7613	27.3644	
3	15.1349	23.6381	21.1013	

Continuação

Averag.Fator 1 x Fator 2

		Fator 2	
Fator 1			
	4		
1	28.9888		
2	32.3375		
3	22.7756		

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

Averag.Fator 1 x Fator 3

		Fator 3	
Fator 1			
	1	2	
1	26.3934	22.7650	
2	30.0231	24.3934	
3	22.2556	19.0693	

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

Averag.Fator 2 x Fator 3

		Fator 3	
Fator 2			
	1	2	
1	21.4583	16.1408	
2	27.8483	22.5167	

3	25.7371	23.4308
4	29.8525	26.2154

The test of comparison of averages was not applied
because the F of interaction was not significant

FOR FACTOR 1 FACTOR 2, FACTOR 3...
The Tukey Test at a level of 5% of probability was applied
The averages followed by the same letter do not
differ statistically between themselves

OA = 24.14999 VC% = 19.34251

DATA

13.800 17.560 36.820 19.660 21.110 19.660 17.570 21.680
14.800 15.850 23.260 13.070 17.830 14.060 14.360 21.210
20.370 27.670 24.680 23.730 27.560 35.889 33.860 24.000
18.770 15.990 23.100 20.690 21.630 27.850 28.530 28.050
21.660 22.170 28.560 22.390 30.140 20.650 36.260 27.650
16.470 24.090 32.270 24.040 24.790 21.570 21.350 30.520
23.970 29.920 34.620 40.880 32.360 28.780 30.050 28.910
19.700 33.980 26.770 25.110 25.090 26.100 27.120 30.460
24.790 22.540 25.910 37.530 23.380 19.850 24.570 33.340
19.610 17.540 18.620 21.320 24.280 13.190 15.290 16.160
18.030 37.700 27.270 39.030 29.890 25.660 30.590 28.420
16.540 31.890 19.250 22.320 30.980 21.980 23.940 24.690
23.230 35.150 29.460 29.460 26.420 33.480 30.240 22.920
20.190 25.770 28.940 29.090 28.300 29.900 26.680 18.600
30.240 46.410 26.220 34.430 38.100 33.690 37.380 35.410
29.150 29.850 24.660 29.200 32.290 33.070 26.480 30.820
19.660 14.910 19.000 16.800 15.030 18.200 16.530 15.100
18.120 14.760 8.870 13.040 13.850 15.720 9.269 13.300
33.150 18.960 27.470 28.800 26.320 28.730 28.230 22.350
22.240 15.950 19.380 26.310 21.100 17.410 14.010 27.800
19.140 28.100 22.180 19.330 28.420 18.230 17.660 24.790
17.040 20.680 16.320 22.070 16.110 17.000 21.310 29.240
18.660 19.850 21.870 28.000 24.380 28.500 22.340 21.490
22.850 18.590 23.300 23.280 20.440 26.980 24.430 19.450

ANEXO C – Resultados gerados a partir do *software* estatístico ASSISTAT 7.6, referentes ao parâmetro Rt.

=====
ASSISTAT Version 7.6 beta (2011) - Website <http://www.assistat.com>
By Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG Updated on 09/15/2011
=====

File RtResultado Date 11/27/2011 Time 07:54:13

FACTORIAL EXPERIMENT

VARIANCE TABLE

	V.S.	D.F.	S.S.	S.A.	F
Factor1-F1	2		3230.48045	1615.24022	21.4985 **
Factor2-F2	3		2742.87040	914.29013	12.1690 **
Factor3-F3	1		2493.24724	2493.24724	33.1845 **
Int. F1xF2	6		1150.78590	191.79765	2.5528 *
Int. F1xF3	2		163.95267	81.97634	1.0911 ns
Int. F2xF3	3		141.73861	47.24620	0.6288 ns
Int.F1x2x3	6		333.58512	55.59752	0.7400 ns
Treatments	23		10256.66039	445.94176	5.9354 **
Error		168	12622.30897	75.13279	
Total		191	22878.96936		

** Significant at a level of 1% of probability ($p < .01$)

* Significant at a level of 5% of probability ($.01 \leq p < .05$)

ns Non-significant ($p \geq .05$)

Factor 1 = Espécie
 Factor 2 = Velocidade
 Factor 3 = Local

AVERAGES AND MEASURES

Factor1 averages

1	36.44655	b
2	41.39212	a
3	31.34502	c

SMD1 = 3.62293

Factor2 averages

1	30.99408	c
2	37.87356	ab
3	35.34686	bc
4	41.36375	a

SMD2 = 4.59221

Factor3 averages

1	39.99812	a
2	32.79100	b

SMD3 = 2.46845

INTERACTION AVERAGES

Averag.Fator 1 x Fator 2

		Fator 2		
Fator 1		1	2	3
1	29.7906 aB	38.6769 aA	35.6481 abAB	
2	35.1013 aB	39.1710 aB	40.4988 aB	
3	28.0904 aA	35.7728 aA	29.8938 bA	

Continuação

Averag.Fator 1 x Fator 2

		Fator 2
Fator 1		4
1	41.6706 bA	
2	50.7975 aA	
3	31.6231 cA	

SMD for columns = 7.2459 SMD for lines = 7.9539

Classific./lower case letters Classific./upper case letters

Averag.Fator 1 x Fator 3

		Fator 3	
Fator 1		1	2
1	39.3197	33.5734	
2	46.2994	36.4849	
3	34.3753	28.3147	

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

Averag.Fator 2 x Fator 3

		Fator 3	
Fator 2		1	2
1	35.2478	26.7404	
2	42.4815	33.2657	
3	37.8466	32.8471	
4	44.4167	38.3108	

The test of comparison of averages was not applied because the F of interaction was not significant

FOR FACTOR 1 FACTOR 2, FACTOR 3...

The Tukey Test at a level of 5% of probability was applied

The averages followed by the same letter do not differ statistically between themselves

OA = 36.39456 VC% = 23.81652

DATA

19.770 30.950 46.960 38.430 34.940 30.250 27.370 32.060
20.580 20.650 37.010 16.620 29.490 25.950 24.460 41.160
35.650 46.000 37.550 43.270 37.820 50.640 51.410 34.860
25.570 30.370 36.780 33.520 27.760 33.670 41.740 52.220
42.810 28.600 35.820 31.209 42.810 33.130 55.100 36.130
20.310 35.320 42.230 26.800 37.430 31.210 29.260 42.200
28.830 45.880 41.080 72.880 45.690 39.850 43.390 37.090
28.300 46.190 35.980 35.750 45.420 33.630 42.040 44.730
38.660 32.900 38.890 48.070 46.380 34.060 45.080 47.230
28.490 26.870 28.720 44.080 32.670 17.580 23.610 28.330
27.410 52.990 33.590 48.800 55.790 41.270 48.690 41.390
23.000 51.371 34.945 29.660 40.620 25.530 40.200 31.480
41.850 50.180 41.310 43.040 36.010 47.230 48.300 33.940
32.400 39.780 41.390 37.670 44.730 45.040 43.120 21.990
56.480 94.040 37.050 42.990 65.120 57.480 58.900 46.460
44.960 48.530 31.180 44.880 59.020 49.340 35.900 40.430
31.600 27.260 38.246 37.010 30.870 36.670 26.030 26.260
40.080 37.610 14.550 19.730 24.530 27.640 13.320 18.040
54.600 35.940 37.289 34.820 46.800 50.870 41.390 30.716
40.620 20.350 27.830 43.960 28.640 26.180 19.000 33.360
26.800 44.810 30.750 30.980 42.120 28.260 24.610 32.520
29.180 28.370 21.230 35.900 18.230 21.110 29.680 33.750
22.840 22.960 27.760 38.930 35.020 43.310 32.370 29.600
38.970 24.600 29.060 30.100 28.370 42.230 34.820 25.030

ABBREVIATIONS

UFCG = Federal University of Campina Grande City
CTRN = Center of Technology and Natural Resources
DEAG = Department of Agricultural Engineering
V.S. = Variation souce D.F. = Degree of freedom
S.S. = Square sum S.A. = Square average
F = Statistics of the test OA = Overall average
VC% = Variation coefficient in percentage
SMD = Significant minimum difference

COMMENT

When the value of F becomes very close to the significance, but not reaching it, significative defference between the highest and lowest average could exist. Also, significative

defference between averages could not exist, when F is significant, however, very close of the nom-significance. That is a constraint for applying both F and Tukey tests.

ASSISTAT REFERENCES

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.