

Avaliação da Superfície de Lâminas Decorativas de Curupixá (*Micropholis venulosa* Mart. Eichler)

Joabel Raabe¹, Cláudio Del Menezzi¹, Joaquim Gonzalez¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília – UnB, Brasília/DF, Brasil

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a rugosidade e a molhabilidade da superfície de lâminas de madeira de curupixá (*Micropholis venulosa*) antes e após o processo de lixamento manual e aplicação de seladora. A rugosidade foi estimada usando-se um rugosímetro; para avaliar a molhabilidade utilizou-se um goniômetro. A rugosidade das lâminas submetidas a lixas de diferentes números de grão abrasivo (180 e 240) diferiu em relação àquelas não lixadas. No entanto, a rugosidade das lâminas lixadas com números de grão abrasivo 180 e 240 não apresentaram diferença significativa entre si, mesmo após a aplicação da seladora. Quanto ao ângulo de contato, o menor valor foi encontrado para as lâminas lixadas com o número de grão abrasivo 240 após a aplicação de seladora. Assim, a aplicação de lixa combinada com produto de acabamento melhora a qualidade de superfície das lâminas, implicando em melhor qualidade do produto acabado.

Palavras-chave: rugosidade, ângulo de contato, lâminas de madeira.

Surface Evaluation of *Micropholis venulosa* Decorative veneers

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the roughness and the wettability of Curupixá (*Micropholis venulosa*) veneers surface before and after manual sanding and application of sealer. The roughness was estimated using a profilometer and the wettability with a goniometer. The roughness of the veneers subjected to different levels of abrasive sandpapering (180 and 240) differed from those not sanded. However, the roughness of sanded veneer with abrasive sandpaper number 180 and 240 showed no significant difference among themselves, even after the sealer application. As for the contact angle, the lowest value was found for the veneers sanded with the number of abrasive sandpaper 240 after applying sealer. Thus, sanding along with finish product improved the surface quality of the veneers, resulting in a better quality of the finished product.

Keywords: roughness, contact angle, wood veneer.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Micropholis venulosa* (Mart. e Eichler) Pierre, conhecida popularmente como curupixá, guajará ou rosadinho, é uma espécie madeireira tropical, nativa da flora brasileira, de ocorrência natural nos estados Amazonas, Rondônia, Pará e Maranhão (IPT, 2015). Possui um valor médio de densidade básica em torno de 0,67 g/cm³ e sua madeira apresenta características e propriedades tecnológicas que garantem boa trabalhabilidade no torno e na broca, resultando em excelente acabamento (IBAMA, 2015). Essa madeira de média densidade é usada principalmente na construção civil (esquadrias e peças estruturais) e em móveis e artigos domésticos decorativos.

A alta qualidade da madeira de curupixá permite que lâminas de madeira sejam retiradas de seu fuste para serem utilizadas como produtos decorativos. No entanto, são poucos os estudos que avaliam a qualidade de superfície antes e após o acabamento desse tipo de material utilizado para fins decorativos. De acordo com Silva et al. (2008), a qualificação da superfície usinada pode ser realizada por meio direto, conforme explicitado na norma ASTM D1666-87 (ASTM, 1995), a qual apresenta caráter subjetivo, ou por meio indireto, mediante a determinação do avanço por dente (fz) de serra. Encontram-se outras formas diretas e indiretas de avaliação da qualidade da superfície da madeira na literatura, dentre essas, a determinação da rugosidade e da molhabilidade ganham destaque, por serem parâmetros quantitativos que permitem qualificar de forma direta e objetiva a superfície da madeira e de sólidos em geral.

Como em outros campos da engenharia, a pesquisa sobre a rugosidade da superfície é de suma importância para a indústria de processamento da madeira devido ao seu efeito direto sobre a qualidade do produto. Entretanto, mesmo com a disponibilidade de inúmeros métodos para determinação da rugosidade, são poucos os registros de uso frequente na indústria (Kilic et al., 2006). A capacidade para quantificar e controlar a rugosidade da superfície, que varia em larga escala, como resultado das diferenças metodológicas no processamento da madeira utilizando ferramentas ou máquinas, é muito importante em várias aplicações (Yildiz, 2002). Cada objeto tem uma superfície composta por picos e vales em miniatura e a distribuição dimensional e de área

desses picos e vales afeta as propriedades da superfície (Budakçi et al., 2013).

Devido a sua estrutura anisotrópica e suas características anatômicas, a madeira apresenta superfícies bastante irregulares, com variadas distribuições dimensionais de picos e vales, muitas vezes a níveis microscópicos. Embora a composição e a estrutura anatômica tenham grande influência na rugosidade da superfície da madeira (Taylor et al., 1999), esses parâmetros qualitativos dependem grandemente das técnicas de usinagem e acabamento utilizadas (Yildiz, 2002; Kilic et al., 2006).

O acabamento, dentre outros objetivos, tem por finalidade melhorar a qualidade da superfície da madeira. Nesse sentido, encontram-se alguns trabalhos na literatura comparando a qualidade de superfície lixada com aquelas obtidas em plainas (Hernández & Cool, 2008; Sulaiman et al., 2009), avaliando a influência de diferentes grãos de abrasividade de lixas na rugosidade de superfície de madeiras (Muenchow, 2002; Burdurlu et al., 2005; Kilic et al., 2006). De modo geral, esses estudos demonstram que o tipo de grão das lixas influencia a rugosidade, sendo que superfícies menos rugosas foram obtidas com o aumento do número do grão da lixa, independentemente da espécie madeireira utilizada nos estudos.

Embora compostos químicos inorgânicos e produtos de acabamento como vernizes, stains, tintas e outros sejam largamente utilizados em madeira com finalidade de melhorar a qualidade de superfície e o seu desempenho frente à intempérie, pouco se sabe sobre o efeito dessa aplicação nos valores de rugosidade e de molhabilidade das lâminas de madeira.

De acordo com Berg (1993), o fenômeno de molhabilidade pode ser definido como manifestações macroscópicas de interações moleculares entre líquidos e sólidos em contato direto na interface. De modo geral, a caracterização da molhabilidade em madeira tem sido estudada para otimizar os processos que envolvem a aplicação de produtos/processos de acabamento e a colagem de superfícies (Rowell, 2005; Ayrilmis et al., 2009).

A molhabilidade pode ser avaliada pela medida do ângulo de contato (θ) da interação física entre a superfície da madeira e a água. Devido à existência da energia livre superficial (energia superficial específica) dos átomos que compõem a matéria (madeira), a adesão de um material sobre outro será tanto maior quanto maiores forem as energias de superfícies envolvidas

(Fowkes, 1964; Wu, 1971; Johnson & Dettre, 1993; Gennes et al., 2003; Roura & Fort, 2004; Burkarter, 2010). Assim, conclui-se que as madeiras possuem elevados níveis de energia de superfície por apresentarem características hidrofílicas (afinidade com a água) e a diminuição da hidrofobicidade da madeira, em muitos casos, é pretendida, principalmente para aumentar a sua durabilidade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a rugosidade e a molhabilidade da superfície de lâminas de madeira de curupixá (*Micropholis venulosa*) antes e após o processo de lixamento manual e aplicação de um produto de acabamento (seladora).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Preparação das amostras e tratamento superficial

A madeira foi adquirida, na forma de lâminas, no comércio local de Brasília, DF. A fim de atingir o objetivo proposto, foram preparadas e analisadas um total de 21 amostras distribuídas pelos 8 tratamentos, separadas em 3 grupos. Cada amostra tinha dimensões aproximadas de 15 x 30 x 0,055 cm de largura, comprimento e espessura, respectivamente (Figura 1). Essas dimensões foram determinadas para otimizar o lixamento e a aplicação da seladora. As amostras foram acondicionadas propositalmente em ambiente coberto sem controle de temperatura e umidade, com a finalidade de simular o mesmo acondicionamento utilizado pela indústria moveleira regional.

As amostras passaram por dois tipos de tratamento superficial sequenciais, sendo lixamento e posteriormente aplicação de seladora. No processo de lixamento foram avaliadas duas grana de lixa (180 e 240 de grão).

Essas lixas são as mais utilizadas para acabamento final na indústria moveleira. O processo de lixamento foi realizado de forma manual e em apenas uma das faces das amostras. A fim de manter a homogeneidade do processo de lixamento, foram utilizados 10 ciclos de lixamento para cada amostra, sendo que cada ciclo correspondeu a uma ida e volta da lixa sobre a superfície da amostra no sentido paralelo à disposição dos elementos anatômicos da madeira. Em seguida, a seladora Sparlack (seladora concentrada classificada, conforme norma ABNT NBR 11702:2010 (ABNT, 2011), comumente utilizada no setor moveleiro, foi aplicada sobre a superfície lixada. Foram aplicadas três demãos de seladora em cada amostra, sendo que entre uma demão e outra a superfície selada foi lixada novamente (3 ciclos), conforme recomendação do fabricante.

A descrição dos tratamentos e siglas correspondentes estão apresentadas na Tabela 1.

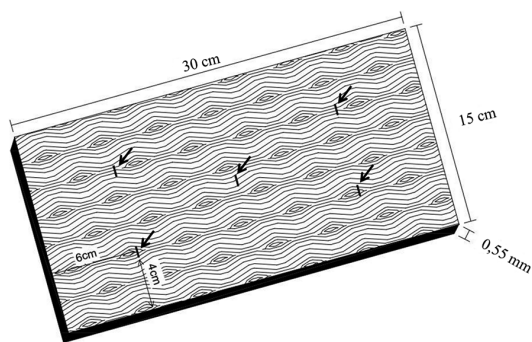


Figura 1. Esquema ilustrativo da lâmina (amostra) de madeira de *Micropholis venulosa*; setas indicam os pontos exatos da coleta dos dados.

Figure 1. Illustrative scheme of the wood *Micropholis venulosa* veneer (sample). Arrows show the exact points for collection of data.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e respectivas abreviaturas.

Table 1. Description of treatments and their respective abbreviations.

Sigla	Descrição do tratamento	Grupo
Test_S.Lx	Testemunha das amostras sem lixar	Sem lixar
S.Lx+sel	Amostras sem lixar mais aplicação de seladora	
Test_Lx180	Testemunha para amostras da lixa 180 (sem lixar)	Lixa 180
Lx180	Amostras após lixar com lixa 180	
Lx180+Sel	Amostras após lixar com lixa 180 mais aplicação de seladora	Lixa 240
Test_Lx240	Testemunha para amostras da lixa 240 (sem lixar)	
Lx240	Amostras após lixar com lixa 240	
Lx240+Sel	Amostras após lixar com lixa 240 mais aplicação de seladora	

2.2. Teste de rugosidade da superfície

A rugosidade da superfície das amostras de lâminas de curupixá foi determinada antes e após o processo de lixamento e após a aplicação da seladora utilizando-se o equipamento Surfrest SJ – 400 (Mitutoyo), de acordo com a norma JIS B 0601 (JIS, 2001), com *cut-off* de 0,8 mm e percurso de avaliação de 8 mm. As medições foram realizadas em 5 posições diferentes, dentro de cada amostra, no sentido perpendicular às fibras, tal como indicado na Figura 1 (setas). As medições foram efetuadas depois de verificado que a amostra e o dispositivo estavam paralelos ao solo. O dispositivo do equipamento mede a rugosidade da superfície obtendo o perfil pico-vale da superfície movendo a agulha da ponteira de varrimento para cima e para baixo sobre a superfície da amostra. A linha central entre os vales e picos do perfil mostra a rugosidade média (R_a) em μm (Figura 2), sendo esse o parâmetro avaliado neste estudo.

2.3. Teste de molhabilidade de superfície

A molhabilidade da superfície das lâminas de curupixá após a aplicação do selador foi avaliada por meio de medições do ângulo de contato da gota séssil, com o uso do goniômetro Krüss DSA30 e do *software* DSA30. Água destilada foi o líquido utilizado para essa determinação. O volume da gota depositada sobre o material foi de 15 μL e as medições foram realizadas a cada segundo, por um período de 60 segundos. O ângulo de contato foi determinado a partir dos 30 segundos (s) após a deposição da gota (θ), mediante a estimativa média dos valores de ângulo de contato

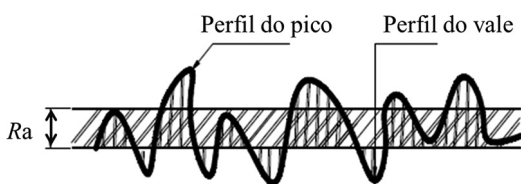


Figura 2. Esquema de perfil de superfície determinado pelo movimento da agulha da ponteira de varrimento do equipamento Surfrest SJ – 400. Fonte: adaptado de Sögütli (2005).

Figure 2. Surface profile scheme determined by the movement of the needle tip of the scanning equipment Surfrest SJ - 400. Source: Adapted from Sögütli (2005).

mensurados no intervalo de tempo entre 30 e 60 s, conforme metodologia adotada por Melo et al. (2013).

2.4. Análise dos resultados

A variável rugosidade foi avaliada antes e após o processo de lixamento e após a aplicação da seladora. Para a variável molhabilidade, estudada por meio da determinação do ângulo de contato, foram avaliadas apenas as amostras após a aplicação da seladora. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 7 repetições por tratamento, sendo que para cada repetição utilizaram-se 5 pontos de leitura distintos para as variáveis estudadas (Figura 1, setas), respeitando-se sempre os mesmos pontos para a determinação das variáveis para as diferentes avaliações, a fim de se evitar a influência da heterogeneidade natural da madeira nos resultados.

Para avaliar os efeitos dos tratamentos na rugosidade e na molhabilidade da superfície das lâminas de *Micropholis venulosa* os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o *software* ASSISTAT Versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2009). Para valores de F significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, a fim de determinar as diferenças dentro de cada grupo, para rugosidade, e entre lixas, após aplicação da seladora, para molhabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da rugosidade de superfície (R_a) das lâminas de curupixá (*Micropholis venulosa*), antes e após o processo de lixamento e após aplicação da seladora são apresentados na Figura 3. Note-se que, nesse caso, cada tratamento teve sua própria testemunha e todos seguiram a seguinte nomenclatura: lâminas não lixadas (Test_S.Lx) e após aplicação de seladora (S.Lx+Sel), antes e após serem lixadas com lixa 180 (Test_Lx180 e Lx180, respectivamente) e com lixa 240 (Test_Lx240 e Lx240, respectivamente) e após a aplicação da seladora (Lx180+Sel e Lx240+Sel).

Mesmo que as madeiras, de um modo geral, apresentem alta heterogeneidade em função de suas características anisotrópicas e de sua composição anatômica, observa-se que para a rugosidade de superfície das lâminas da espécie em estudo essa heterogeneidade na rugosidade não foi observada,

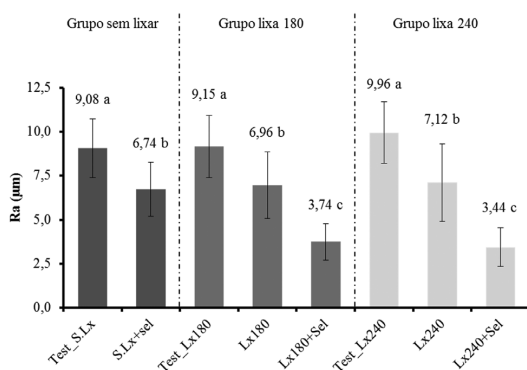


Figura 3. Rugosidade da superfície de lâminas de curupixá submetidas a diferentes tratamentos de acabamento. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5% de significância.

Figure 3. Surface roughness of the “curupixá” veneer submitted to different workmanship treatments. Means followed by same letter do not differ statistically by the Tukey test at 5% significance level.

uma vez que as testemunhas não apresentaram diferença significativa entre si. Quando comparados os valores médios de rugosidade com os de espécies diferentes, encontrados na literatura, observou-se que a rugosidade das lâminas de curupixá (testemunhas) foram inferiores às observados para o *Schizobolium amazonicum* Huber ex. Ducke (10,56 µm) (Melo et al., 2013), *Fagus* sp. (20,50 µm) (Bekhta & Marutzky, 2007) e *Trattinnickia burseraefolia* (11,83 µm) (Arruda, 2012). Tal fato, possivelmente, está atrelado à menor densidade apresentada por essas espécies em comparação com a espécie aqui estudada, colocando em evidência a influência direta das características de cada espécie.

Embora a composição e a estrutura anatômica tenham grande influência na rugosidade da superfície da madeira (Taylor et al., 1999), esse parâmetro qualitativo também é influenciado diretamente pelas técnicas de desdobro, usinagem e acabamento utilizadas (Yildiz, 2002; Kilic et al., 2006). Segundo Aslan et al. (2008), o tipo de madeira, a direção do corte e o tipo e número de cortadores têm um efeito significativo sobre a rugosidade da superfície.

Observa-se nas lâminas submetidas ao lixamento redução significativa nos valores de rugosidade, tanto nas lixadas com lixa 180 (6,96 ± 1,88 µm) quanto naquelas lixadas com lixa 240 (7,12 ± 2,21 µm), as quais apresentam diferença significativa em relação

às respectivas testemunhas (9,15 µm e 9,96 µm). No entanto, as diferentes granulometrias das lixas utilizadas não apresentaram valores com diferença significativa quando comparadas entre si. Embora resultados encontrados na literatura relatem que madeiras lixadas com maior número de grão abrasivo apresentam menor rugosidade (Burdurlu et al., 2005; Kilic et al., 2006; Aslan et al., 2008; Hiziroglu et al., 2014; İmirzi et al., 2014), isso não foi observado no presente estudo. Tal fato pode estar relacionado à pequena diferença de grão entre as lixas utilizadas, pois, segundo Burdurlu et al. (2005), à medida que o tamanho dos grãos abrasivos diminui, a eficácia no rompimento das aparas da madeira reduz-se.

Após a aplicação da seladora, a rugosidade da superfície diminuiu substancialmente, principalmente para as lâminas lixadas, seguindo a mesma tendência relatada anteriormente. No entanto, embora as lâminas não lixadas e com seladora (S.Lx+Sel) apresentem rugosidade significativamente menor (6,74 ± 1,54 µm), quando comparadas a sua testemunha (9,08 ± 1,67 µm), seu valor médio é significativamente superior às lâminas com seladora lixadas com grão 180 (3,74 ± 1,03 µm) e com grão 240 (3,44 ± 1,10 µm). Isso demonstra que a utilização de lixa (grãos 180 e 240) e aplicação de seladora melhoram consideravelmente a qualidade da superfície de lâminas de curupixá, visto que as lâminas lixadas com aplicação de seladora obtiveram uma redução na rugosidade de 59,12% e 65,46% para Lx180+Sel e Lx240+Sel, respectivamente, quando comparadas às respectivas testemunhas. Já para as lâminas não lixadas e com seladora, a redução percentual de rugosidade foi bem menor, 25,77%.

Segundo Richter et al. (1995), o sucesso dos acabamentos de superfície (pintura, envernizamento etc.) aplicados com o objetivo de proteger, melhorar e aumentar o valor econômico do produto final está intimamente ligado à lisura da superfície da madeira. Logo, a suavidade da superfície é muito importante para a utilização de menor quantidade de materiais de acabamento de superfície (Aslan et al., 2008).

A análise do perfil de rugosidade obtido da lâmina de madeira de curupixá (*Micropholis venulosa*) sem tratamento (Figura 4, linha vermelha) sugere que a superfície apresentou altos valores de depressões, com vales de até -60 µm de profundidade e picos de até 30 µm de altura. Esses valores, mesmo que micrométricos,

mostram a alta variação entre picos e vales, os quais caracterizam superfície rugosa.

Por outro lado, ao analisarem-se os perfis de rugosidade das lâminas após serem lixadas (Figura 4, linha azul) e após aplicação da seladora (Figura 4, linha preta), observa-se uma redução considerável no valor das depressões, com exceção da amostra Lx240, que apresentou um vale de profundidade similar ao da testemunha. Entretanto, de maneira geral, vales e picos desses perfis apresentaram menor variação de profundidade e altura, demonstrando uma evolução na redução da rugosidade com o processo de lixamento seguido da aplicação de seladora. É possível notar a drástica redução nos valores dos vales e picos na amostra Lx240+Sel, em que profundidade e altura foram de até $-15 \mu\text{m}$ e $10 \mu\text{m}$, respectivamente. Esses valores caracterizam essa superfície como de menor rugosidade e, conseqüentemente, de melhor qualidade quando comparada com as lâminas dos demais tratamentos.

Estudos de molhabilidade geralmente envolvem a medição de ângulos de contato, que indicam o grau de umedecimento quanto à interação entre sólido e líquido (Yuan & Lee, 2013). Os valores médios do ângulo de contato, ao final do período da análise (60 s), são apresentados na Figura 5. Vale salientar que não foi possível mensurar o ângulo de contato entre a gota sésil (água) e a lâmina de madeira antes e após o processo de lixamento, em virtude da rápida absorção da água pela superfície da lâmina de curupixá. Isso pode ter ocorrido em virtude de a água apresentar baixa viscosidade pois, segundo Cruz (2006), quanto menor a viscosidade do líquido, mais rapidamente ocorrerá a sua penetração na madeira. Esse fato, combinado com a espessura fina da lâmina, não permitiu essa mensuração.

Após terem recebido o acabamento com seladora as lâminas apresentaram ângulo de contato médio acima de 70° . Observou-se, que o ângulo de contato entre a superfície das lâminas de curupixá e a gota sésil de água das lâminas lixadas com grão abrasivo 240 (Lx240+Sel) foi significativamente superior ($74,28 \pm 4,75^\circ$) em relação aos outros dois tratamentos, Lx180+Sel ($71,36 \pm 3,66^\circ$) e S.Lx+Sel ($70,53 \pm 2,35^\circ$) que, por sua vez, não apresentaram diferença significativa entre si (Figura 5).

Segundo Melo et al. (2013), diversos fatores intrínsecos ao substrato (rugosidade, topografia, morfologia e composição química do material) influenciam o grau

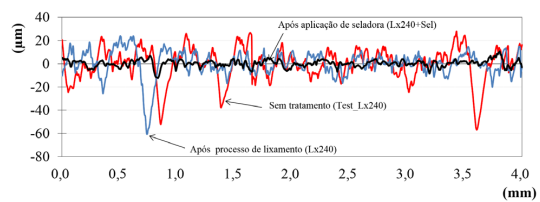


Figura 4. Perfil de rugosidade de amostra de lâmina de curupixá (*Micropholis venulosa*) sem tratamento, Test_Lx240, linha vermelha; após processo de lixamento, Lx240, linha azul; e após aplicação de seladora, Lx240+Sel, linha preta.

Figure 4. Sample roughness profile of the *Micropholis venulosa* veneer untreated (Test_Lx240, red line), after sanding process (Lx240, blue line) and after application of sealer (Lx240+Sel, black line).

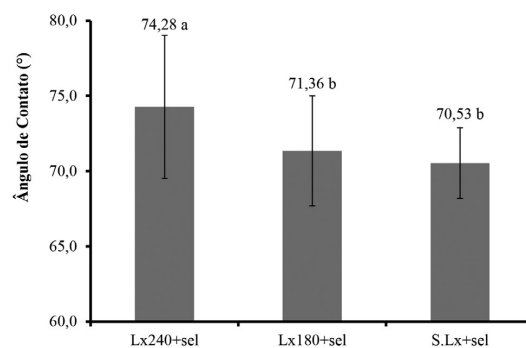


Figura 5. Valores médios do ângulo de contato entre a superfície de lâminas de curupixá e gota sésil de água estimados após aplicação de seladora. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 1% de significância.

Figure 5. Average values of the contact angle between the surface of the *Micropholis venulosai* veneer and sessile drop of water, estimated after applying sealer. Means followed by same letter do not differ statistically by the Tukey test, a 1% significance level.

de molhabilidade e esse comportamento, no presente estudo, pode ser atribuído principalmente à aplicação da seladora e ao número de grão de abrasividade da lixa utilizada.

Embora os valores de ângulo de contato apresentem diferenças estatísticas entre os tratamentos Lx240+Sel e Lx180+Sel/S.Lx+Sel, não é possível afirmar qual acabamento de superfície possibilita menor molhabilidade nas lâminas de curupixá, pois a amplitude entre o menor e o maior valor foi muito pequena, de aproximadamente 10° , considerando-se o desvio padrão das médias.

Yuan & Lee (2013) afirmam que ângulos de contato menores que 90° correspondem a molhabilidade

alta, enquanto ângulos de contato maiores que 90° correspondem a baixa molhabilidade. Assim, apesar do tratamento da superfície das lâminas de curupixá com seladora ter surtido efeito, aumentando o ângulo de contato, as lâminas ainda apresentam alta molhabilidade, provavelmente devido, principalmente, à espessura da lâmina.

De modo geral, os resultados obtidos no presente estudo de rugosidade e molhabilidade das lâminas de curupixá corroboram os de Piao et al. (2010), que afirmam que quanto maior a rugosidade, menor o ângulo de contato e, conseqüentemente, maior a molhabilidade da madeira.

4. CONCLUSÃO

A rugosidade da superfície de lâminas de madeira de curupixá (*Micropholis venulosa*) diminuiu após o processo de lixamento e mais expressivamente após a aplicação da seladora. Não foi possível observar diferença significativa na rugosidade das lâminas quando lixadas por diferentes número de grão abrasivo (180 e 240), mesmo após a aplicação da seladora. O menor valor de ângulo de contato entre a superfície da lâmina de curupixá e a água foi encontrado para as lâminas lixadas com o número de grão abrasivo 240 após a aplicação de seladora. Assim, levando-se em consideração as duas variáveis de estudo (rugosidade e molhabilidade), a aplicação de lixa combinada com produto de acabamento melhora a qualidade de superfície das lâminas, implicando em uma melhor qualidade do produto acabado.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 23 fev., 2016

Aceito: 22 mar., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Joabel Raabe

Secretaria de Pós-graduação em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília – UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil
e-mail: joabeljr@hotmail.com

REFERÊNCIAS

- American Society for Testing and Materials – ASTM. *ASTM D1666-87: standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials*. Philadelphia: ASTM; 1995.
- Arruda LM. *Modificação termomecânica da madeira de amescla (Trattinnickia burseraefolia (Mart.) Willd.): efeito sobre as propriedades de lâminas e compensados* [dissertação]. Brasília: Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília; 2012.
- Aslan S, Cos-Kun H, Kilic M. The effect of the cutting direction, number of blades and grain size of the abrasives on surface roughness of Taurus cedar (*Cedrus Libani* A. Rich.) woods. *Building and Environment* 2008; 43(5): 696-701. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.01.048>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 11702:2010: tintas para construção civil – Tintas para edificações não industriais – classificação*. Rio de Janeiro; 2011. Errata 1 de 06.09.2011 corrige a ABNT NBR 11702:2010.
- Ayrilmis N, Dundar T, Candan Z, Akbulut T. Wettability of fire retardant treated laminated veneer lumber (LVL) manufactured from veneers dried at different temperatures. *BioResources* 2009; 4(4): 1536-1544.
- Bekhta P, Marutzky R. Reduction of glue consumption in the plywood production by using previously compressed veneer. *European Journal of Wood and Wood Products* 2007; 65(1): 87-88. <http://dx.doi.org/10.1007/s00107-006-0142-8>.
- Berg JC. Role of acid-base interactions in wetting and related phenomena. In: Berg JC, organizador. *Wettability*. New York: Marcel Dekker; 1993. p. 75-148.
- Budakçi M, İlçe AC, Gürleyen T, Utar M. Determination of the surface roughness of heat-treated wood materials planed by the cutters of a horizontal milling machine. *BioResources* 2013; 8(3): 3189-3199. <http://dx.doi.org/10.15376/biores.8.3.3189-3199>.
- Burdurlu E, Usta I, Ulupinar M, Aksu B, Erarslan Ç. The effect of the number of blades and grain size of abrasives in planing and sanding on the surface roughness of European black pine and Lombardy poplar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 2005; 25: 315-321.
- Burkarter E. *Desenvolvimento de superfícies superhidrofóbicas de politetrafluoretileno* [tese]. Curitiba: Física no Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná; 2010.
- Cruz MMS. *Estudo da molhabilidade da madeira de pinho pela resina ureia-formaldeído* [tese]. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa; 2006.
- Fowkes FM. Attractive forces at interfaces. *Industrial & Engineering Chemistry*, 1964; 56(12): 40-52. <http://dx.doi.org/10.1021/ie50660a008>.

- Gennes P, Brochard-Wyart F, Quéré D. *Capillarity and wetting phenomena: drops, bubbles, pearls, waves*. New York: Springer-Verlag; 2003.
- Hernández RE, Cool J. Evaluation of three surfacing methods on paper birch wood in relation to water-and solvent-borne coating performance. *Wood and Fiber Science* 2008; 40(3): 459-469.
- Hiziroglu S, Zhong ZW, Ong WK. Evaluating of bonding strength of pine, oak and nyatoh wood species related to their surface roughness. *Measurement* 2014; 49: 397-400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2013.11.053>.
- İmirzi HO, Ülker O, Burdurlu E. Effect of densification temperature and some surfacing techniques on the surface roughness of densified Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *BioResources* 2014; 9(1): 191-209.
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Serviço Florestal Brasileiro – SFB. Laboratório de Produtos Florestais – LPF. *Banco de Dados de Madeiras Brasileiras* [online]. Brasília: IBAMA; 2015. [citado 30 maio 2015]. Disponível em: <http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/caracteristicas.php?ID=163&caracteristica=112>
- Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT. *Informações sobre madeiras* [online]. São Paulo: IPT; 2015. [citado em 2015 maio 30]. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/32.htm
- Japanese Industrial Standard – JIS. *JIS B 0601: Geometrical Products Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*. Tokyo; 2001.
- Johnson RE, Dettre RH. *Wettability: wetting of low-energy surfaces*. New York: Marcel Dekker; 1993.
- Kilic M, Hiziroglu S, Burdurlu E. Effect of machining on surface roughness of wood. *Building and Environment* 2006; 41(8): 1074-1078. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.008>.
- Melo RR, Del-Menezzi CHS, Souza MR, Stangerlin DM. Avaliação das propriedades físicas, químicas, mecânicas e de superfície de lâminas de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). *Floresta e Ambiente* 2013; 20(2): 238-249. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2013.004>.
- Muenchow J. *Os passos do processo de colagem lateral e colagem por face em alta frequência*. Columbus: Franklin International; 2002. Material técnico.
- Piao C, Winandy JE, Shupe TF. From hydrophilicity to hydrophobicity: a critical review: Part 1. Wettability and surface behavior. *Wood and Fiber Science* 2010; 42(4): 490-510.
- Richter K, Feist W, Kanebe M. The effects of surface roughness on the performance of finishes. *For Prod Journal*. 1995; 7-8(45): 91-97.
- Roura P, Fort J. Local thermodynamic derivation of young's equation. *Journal of Colloid and Interface Science* 2004; 272(2): 420-429. PMID:15028507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2004.01.028>.
- Rowell RM. *Wood chemistry and wood composites*. Boca Raton: CRC Press; 2005.
- Silva FAS, Azevedo CAV. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: *World Congress on Computers in Agriculture* [CD-ROM]; 2009; Reno. Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers; 2009.
- Silva JRM, Braga PPC, Martins M, Filipe AP. Identificação de parâmetros de rugosidade para qualificação de pisos de *Eucalyptus grandis*. In: *Anais Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira* [CD-ROM]; 2008; Londrina. Londrina: Universidade Estadual de Londrina; 2008.
- Söğütlü C. The effect of some factors on surface roughness of sanded wood material. *Journal of Polytechnic* 2005; 8(4): 345-350. <http://dx.doi.org/10.2339/y2005.v8.n4.p345-350>.
- Sulaiman O, Hashim R, Subari K, Liang CK. Effect of sanding on surface roughness of rubberwood. *Journal of Materials Processing Technology* 2009; 209(8): 3949-3955. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.09.009>.
- Taylor JB, Carrano AL, Lemaster RL. Quantification of process parameters in a wood sanding operation. *Forest Products Journal* 1999; 49(5): 41-46.
- Wu SJ. Calculation of interfacial tension in polymer systems. *Journal of Polymer Science: Polymer Symposia* 1971; 34(1): 19-30. <http://dx.doi.org/10.1002/polc.5070340105>.
- Yildiz S. *Physical, mechanical, technological and chemical properties of beech and spruce wood treated by heating* [thesis]. Trabzon: Karadeniz Technical University; 2002.
- Yuan Y, Lee TR. Contact angle and wetting properties. In: Bracco G, Holst B, editors. *Surface sciences techniques*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2013.