

Principais metodologias de medição de estado de superfícies

Karinne Pereira de Siqueira, Ana Raquel Gomes Montefusco,
Assis Brasil Guimarães Neto e Arnaud Bonduelle

Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Universidade Federal do Paraná
80210-170 Curitiba, Paraná

(Recebido: 5 de junho de 2003)

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo o levantamento bibliográfico das principais metodologias existentes utilizadas para medição de estado de superfície da madeira. O trabalho mostra a importância da medição da superfície da madeira usinada e suas dificuldades, apontando diversas técnicas de medição, entre as quais, o uso de diversos tipos de rugosímetros, a técnica da colorimetria e a análise de imagens digitais.

Palavras-chave: madeira, usinagem, superfície, rugosímetros

Abstract: This investigation has objective bibliographic survey of lading methodology to evaluate surface wood. The research shows evaluate wood manufactory surfaces importance and its difficulty, pointing differents evaluate technic. Almost techniques come across several roughness types, the calorimetry technic and digital images analyses.

Key words: wood machining, surface, roughness

1 Introdução

Os primeiros estudos relativos à medição de superfície iniciaram entre as décadas de 20 e 30 (SHAFFER, 1998; STOUT, 1997 citado por BET, 1999). No início dos anos 30 foram desenvolvidos os primeiros equipamentos de medição de estado de superfície (SHOUT, 1995 citado por BET, 1999). A partir daí desenvolveram-se diversos equipamentos e métodos de medição de estado de superfície.

Os aparelhos de medição de superfície foram desenvolvidos inicialmente para metais. Com a demanda crescente por outros materiais e a exigência do mercado na busca de um produto de melhor qualidade, surgiu a necessidade de medição do estado de superfície para esses tipos de materiais, dentre eles a madeira.

A madeira é um material orgânico, heterogêneo, poroso, higroscópico e anisotrópico. Orgânico, devido a sua composição química elementar ser formada por carbono (C); heterogêneo, devido à grande variação existente tanto em tipos como em componentes básicos e na distribuição destes componentes. A disposição e o arranjo diferenciado destes elementos deixam espaços vazios, tornando a madeira porosa. Isso deixa seus elementos visíveis em nível macroscópico. A madeira pode reter água, fisicamente aderida às paredes e no interior delas, sendo, portanto, um material higroscópico. É, ainda, um elemento anisotrópico, ou seja, do ponto de vista tecnológico, comporta-se diferentemente nos diferentes eixos anatômicos.

Os aspectos anatômicos, físicos e químicos estão diretamente ligados ao processo de sua transformação mecânica (direcionamento de fibras, presença de vasos, concentração de resina, presença de nós), (GONÇALVES, 2000).

Este estudo teve como objetivo fazer um levantamento das principais metodologias utilizadas para medição de estado de superfície da madeira.

2 Métodos de medição de estado de superfície

2.1 Utilização de rugosímetros

Durante o processo de usinagem, são deixadas marcas ou sulcos pela ferramenta na superfície da madeira (Figura 1). Essas irregularidades são chamadas de rugosidades ou textura primária, sendo que esse tipo de irregularidade é também chamado de erro. Sua medição é possível devido ao auxílio de circuitos eletrônicos, no qual aparelhos baseados em sistemas, que utilizam uma pequena agulha para percorrer uma amostra da superfície, definem numericamente ou graficamente o seu perfil (GONZÁLEZ, 1987).

A rugosidade e a ondulação são parâmetros aceitos para controle e qualificação de superfícies (DINICHERT, 1973; SME, 1987; WHITEHOUSE, 1994 citado por BET, 1999). A rugosidade pode ser definida como os desvios apresentados em uma superfície, tendo frequências periódicas e aperiódicas, produzidas diretamente pelo contato da ferramenta de corte ou abrasão sobre a superfície da peça sofrendo uma influência sobre o tipo de formação de cavaco. Já as ondulações são desvios predominantemente periódicos, que surgem devido à fixação fora de centro, batimento no processo de usinagem ou por vibrações nas máquinas, ferramentas ou peças (ARAND, 1989).

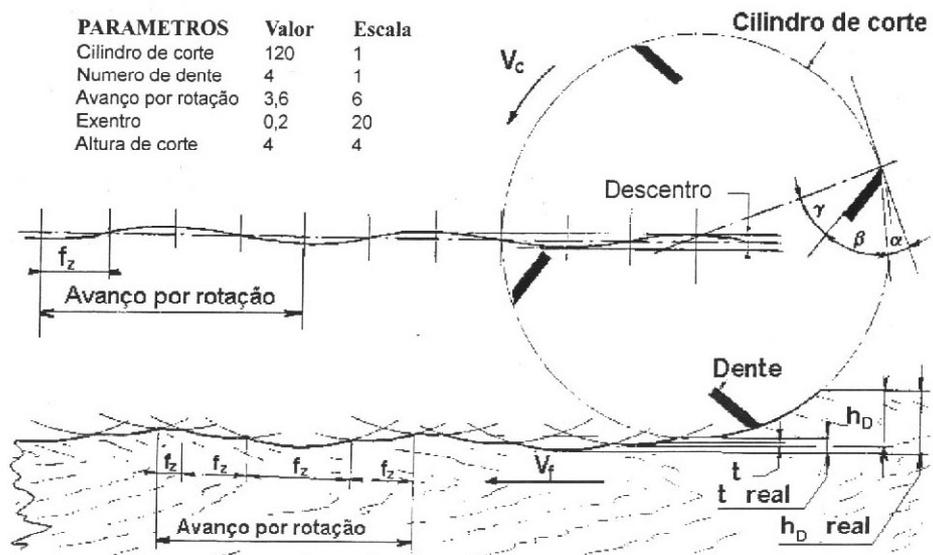


Figura 1. Ataque da ferramenta à superfície da madeira.

	1a. Ordem: desvios de forma são desfeitos nas guias das máquinas, deformações por flexão da peça, fixação errada da peça, desgaste nas guias da peça.
	2a. Ordem: ondulação causada por defeitos de forma da fresa, fixação excêntrica da peça, vibrações na máquina durante a usinagem.
	3a. Ordem: rugosidade causada pela forma da ferramenta.
	4a. Ordem: rugosidade causada pelo processo de formação do cavaco, e deformação do material.
	Superposição dos desvios anteriores.
Não mais representável graficamente	5a. Ordem: representa o processo de cristalização, modificação da superfície por ataque químico, corrosão.
Não mais representável graficamente	6a. Ordem: Processos físicos e químicos da estrutura da matéria, tensões de deslizamento na estrutura reticular do material.

Figura 2. Ondulações e rugosidades na superfície da madeira, classificação dos desvios de forma em função de sua ordem e suas causas geradoras. (Adaptação de DIN 4760).

A avaliação da rugosidade de uma peça depende da utilização e do grau de precisão requeridos na definição dessa rugosidade. Esses recursos de medição são diversos, podendo ser divididos em três grupos: placas graduadas para comparação visual, aparelhos de leitura de parâmetros e aparelhos que fornecem leituras e gráficos. Os aparelhos de leitura de parâmetros são sistemas eletrônicos que contêm uma agulha de diamante que entra em contato com a superfície da peça. Aparelhos de leitura e gráficos são conjuntos formados pelos aparelhos eletrônicos, com unidades de registro gráfico acopladas, que fornecem a curva de rugosidade ou o perfil efetivo. Outro aparelho utilizado atualmente para medição com sensor ótico é o rugosímetro, cujo parâmetro de resolução é **Ra** (GONZÁLEZ, 1987).

Os parâmetros de medição de rugosidade são divididos em três classes distintas: aqueles que se baseiam na medida da profundidade da rugosidade, os que se baseiam em medidas horizontais e os que se baseiam em medidas proporcionais. Para aqueles que se fundamentam em medidas de profundidade, os seguintes parâmetros ficam definidos: **Ra** - dado pelo comprimento de amostragem, que indica a medida da rugosidade; **Rq** - que é a raiz da média dos quadrados das ordenadas do perfil efetivo; **Rz** - a média aritmética dos valores de rugosidade parcial; **Rt** - a distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais profundo; **Rmax** - a maior das rugosidades parciais; e **R3z** - a média aritmética dos valores de rugosidade parcial. Naqueles, onde as medidas horizontais são fundamentais, os parâmetros a serem medidos são: **Lc** - que é o comprimento do contato a uma profundidade abaixo da saliência mais alta; e **Tp** - a fração de contato a determinada profundidade. Por último, os parâmetros de medição de rugosidade fundamentados em medidas proporcionais têm como variáveis: **Ke** - definido como coeficiente de esvaziamento; e **Kp** - que é o coeficiente de enchimento (GONZÁLEZ, 1987).

Segundo Triboulot (1984), a grande dificuldade na medição de estado de superfície da madeira com o rugosímetro de apalpação são os aspectos dos elementos anatômicos da madeira que prejudicam a leitura do aparelho (Figura 3).

Existem alguns trabalhos feitos para medição de estado de superfície em madeira, cujo resultado mostra a possibilidade de se fazer leitura através desses aparelhos. Como os aparelhos funcionam por apalpamento, o rugosímetro não oferece uma análise bidimensional da superfície. Uma aparelhagem relativamente simples permite medir essa segunda dimensão através da multiplicação dos perfis paralelos da mesma superfície. O contato desse apalpador com a superfície da peça provoca uma espécie de erosão, que pode ser notada no direcionamento das fibras no caso de madeiras macias (MOTHE, 1987).

Mothe (1985), em seu trabalho, descreve um tipo de rugosímetro chamado de pneumático. Esse aparelho é baseado na descrição feita por T. Bonac (1975; 1979). O aparelho é baseado na medição absoluta da rugosidade através de uma queda de pressão registrada em uma coluna de nível de saída de ar. A intensidade da queda de pressão observada durante o teste será proporcional à rugosidade na superfície da madeira (Figura 4).

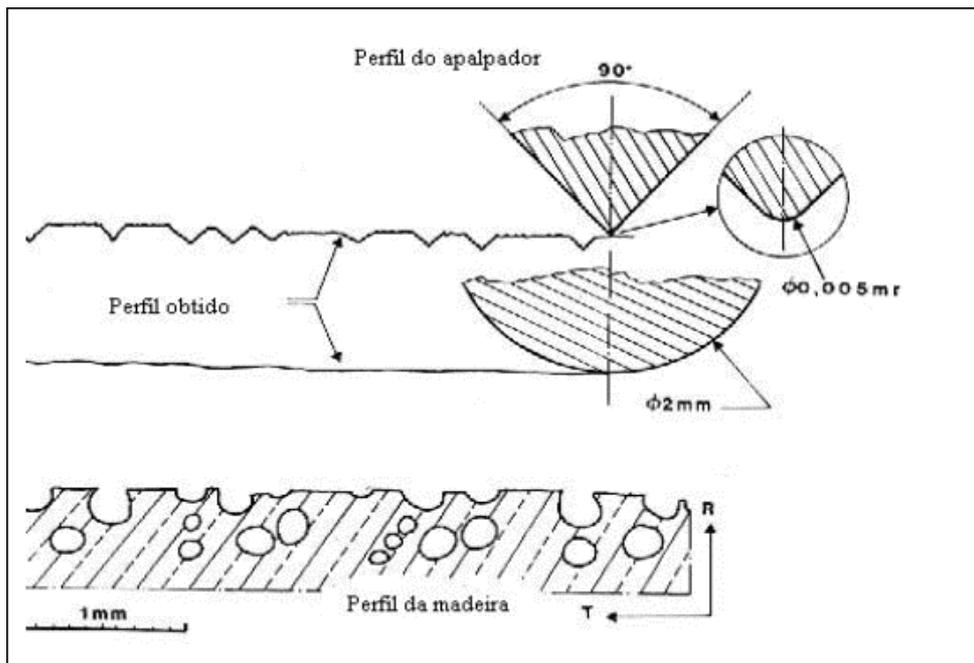


Figura 3. Rugosímetro mecânico de apalpação (Adaptação de TRIBOULOT, 1984).

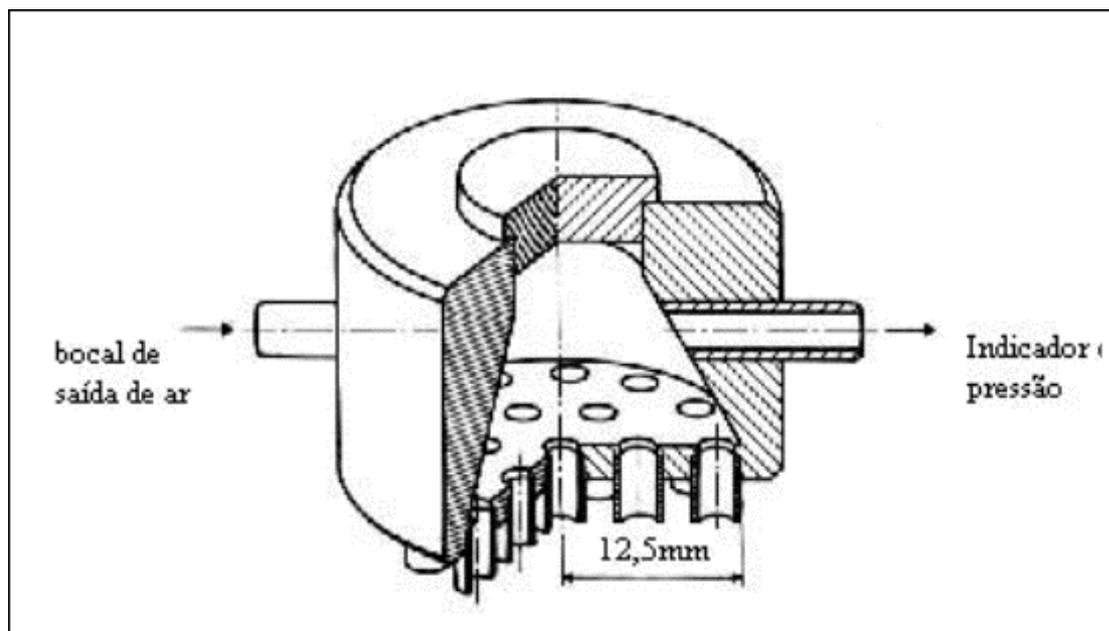


Figura 4. Bocal de saída de ar do rugosímetro pneumático (Adaptação de BONAC, 1979 citado por MOTHE, 1985).

2.2 Colorimetria

A colorimetria vem sendo amplamente utilizada para definir parâmetros para identificação de espécies e indicações em usos finais da madeira, quando associada aos aspectos de textura e de desenho da madeira (CAMARGOS, 1999). Contudo, a cor pode ser alterada devido ao teor de umidade da madeira, temperatura, degradações, reações fotoquímicas dos elementos químicos presentes em sua estrutura, anatomia, método de derrubada da árvore, idade e fatores ecológicos (GONÇALEZ, 2000).

A cor, que também é sujeita a variações, é uma das principais características da madeira e, igualmente, um importante fator usado na identificação de espécies, além de adicionar valor estético (CORE, *et al.*, 1979).

As características gerais (textura, grã e figura) e seus planos de orientação (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial) influenciam diretamente na cor da madeira (CAMARGOS, 1999).

A colorimetria evoluiu tornando-se um fator importante na medição da qualidade da madeira, associando cores, estado de superfície e desenho (GONÇALEZ *et al.*, 2001). Um dos métodos propostos para determinar a cor da madeira é o sistema CIE (*Commission International de L'Eclairage ou Comissão Internacional de Iluminantes*). Este se baseia em parâmetros, tais como: a claridade ou luminosidade, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade (CAMARGOS, 1999).

Klumpers, (1994) estudando o estado de superfície da madeira, observou que diferentes cores entre três estados de superfície (serrada, aplainada e lixada) foram pouco importantes em seus valores absolutos, porém significativos a olho nu. As diferenças de cores encontradas não foram devido à rugosidade da superfície, mas, sim, dos efeitos secundários da preparação da superfície da peça.

Apesar da colorimetria ter evoluído bastante na área de identificação de espécies, a pesquisa com relação à determinação de rugosidade através da colorimetria não tem obtido resultados muito significativos.

2.3 Processamento de imagens digitais

Outro método para medição de estado de superfície é o processamento de imagens digitais que decorre de duas áreas de aplicação. Uma delas é a melhoria de informação visual para interpretação humana, e a outra é o processamento de dados de cenas para percepção automática através de máquinas (GONZALEZ & WOODS, 2000).

Lepetit *et al.* (s/d), em seu artigo, procura mostrar a viabilidade da técnica da análise de imagens digitais para medição da qualidade da superfície em uma linha de produção. A otimização desse método de imagens é realizada a partir de três defeitos ou falhas da característica da superfície: o brilho, a presença de estrias deixadas pela plaina e os diferentes tratamentos de imagem dados sobre esses defeitos. A performance desse tratamento é função da qualidade da focalização em evidência do defeito considerado, sendo perfeitamente possível a caracterização da superfície através da análise de imagens.

3 Considerações finais

As diversas técnicas hoje existentes de medição de estado de superfície, em geral, não são precisas para medições em madeira, devido a sua anisotropia e heterogeneidade (elementos anatômicos, arranjo de vasos, grande variação entre arranjos de vasos em madeiras de mesma espécie e a fatores ecológicos). Esses fatores acarretam uma dificuldade de medição da rugosidade e ondulação na sua superfície, provocando uma distorção nas medições.

Deve-se buscar tecnologias mais confiáveis de se medir e qualificar o estado de superfície da madeira. A tendência é que a colorimetria, por definir vários parâmetros para utilização de usos finais da madeira, e o processamento de imagens digitais, que é um recurso mais preciso para medição de estado de superfície, possam desenvolver uma tecnologia mais eficiente para medir o estado de superfície da madeira.

Referências

- ARAND, K. W. *A rugosidade na prática*. Cosa do Brasil Ltda. 1989.
- BET, L. *Estudo da medição da textura de superfícies com sondas mecânicas e com sondas ópticas tipo seguidor*. Tese de doutorado. Dep. de Eng. Mecânica UFSC, Florianópolis, SC. 1999.
- BURGER, L. M., RICHTER, H. G. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Nobel, 1991.
- CAMARGOS, J. A. A. *Colorimetria quantitativa aplicada na elaboração de uma tabela de cores para madeiras tropicais*. Dissertação de Mestrado. Dep. de Eng. Florestal - UnB. Brasília, DF. 1999.
- CORE, H. A.; CÔTÉ, W. A.; DAY, A. C. *Wood Structure and Identification*. Syracuse University Press, 1979.
- DIN 4760. DEUTSCHER NORMENAUSSCHUSS. *Conceptos para la forma de superficies*. Bilbao. 1970. p. 127.
- GONÇALEZ, J. C.; JANIN, G.; SANTORO, A. C. S.; COSTA, A. F.; VALLE, A. T. *Colorimetria quantitativa: Uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira*. Brasil Florestal - n. 72. 2001.
- GOLÇAVES, M. T. T. *Processamento da madeira*. Bauru, SP. 2000.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. *Processamento de imagens digitais*. 2000.
- GONZÁLEZ, R. V. B. *Rugosidade superficial*. Joinville. 1987.
- KLUMBERS, J. *Le Déterminisme de la Couleur du Bois de Chêne. Etude sur les Relations entre la Couleur et des Propriétés Physiques, Chimiques et Anatomiques ainsi que des Caractéristiques de Croissance*. Thèse présentée à l'École du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy, France. 1994.
- LEPETIT, H.; TRIBOULOT, P.; MARTIN, P. *Caractérisation de qualité de surface du bois par analyse d'images*. LANC - Ecole Supérieure des Sciences et Technologies des Industries du Bois Allée des Hêtres - 88000 EPINAL. s/d.

- MOTHE, F. *Essai et comparaison de trois méthodes de classement de surface de bois massif pour leur rugosité: méthodes pneumatique et sensorielles.* Ann. Sci. For., 42(4). 1985, p. 435.
- MOTHE, F. *Essais d'utilisation d'un rugosimètre à palpeur pour qualifier des surfaces de bois.* Ann. Sci. For., 44(4), 1987, p. 473.
- SILVA, J. R. M. *Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden.* Tese de Doutorado. Setor de Ciências Agrárias - UFPR. Curitiba, PR. 2000.
- TRIBOULOT, P. *Réflexions sur les surfaces et mesures des états de surface du bois.* Ann. Sci. For., 41(3), 1984, p. 335.