

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE, DA GRANULOMETRIA DA LIXA E DA PRESSÃO ESPECÍFICA DE CORTE NO PROCESSO DE LIXAMENTO

Manoel Cléber de Sampaio Alves, manael@itapeva.unesp.br¹
Marcos Tadeu Tiburcio Gonçalves, tadeu@itapeva.unesp.br¹
Francisco Mateus Faria de Almeida Varasquim, mateus1985@uol.com.br¹
Luiz Fernando Frezzatti Santiago, frezzatti@yahoo.com.br¹
Luciano Donizeti Varanda, lu.varanda@hotmail.com¹
Eduardo Carlos Bianchi, bianchi@feb.unep.br²

¹UNESP. Universidade Estadual Paulista. Engenharia Industrial Madeireira. Departamento de Eng. Industrial Madeireira, Rua Geraldo Alckmin, 519, 18409-310, Nossa Senhora de Fátima, Itapeva, SP, Brasil.

²UNESP. Universidade Estadual Paulista. UNESP. Faculdade de Engenharia de Bauru. Departamento de engenharia mecânica. Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, S/Nº, 17033-360, Vargem Limpa – Caixa Postal 473, Bauru, SP, Brasil.

Resumo: *O lixamento é importante para a qualidade final de produtos de madeira e aços. É através do lixamento que a superfície é deixada com poucas imperfeições deixando a superfície apta a receber tintas e vernizes. Há poucos estudos sobre os parâmetros de usinagem do processo de lixamento pois o processo é tratado de forma empírica nas indústrias. Para melhoria no processo deve-se conhecer as relações entre as variáveis do processo com a qualidade e esforços de corte. Com esse intuito realizou-se a análise da influência da velocidade de corte, da granulometria das lixas e da pressão específica no processo de lixamento de metais e de materiais ligno-celulósicos. Verificou-se a qualidade superficial através da medição da rugosidade, Ra e verificou-se os esforços de corte através da força tangencial de lixamento e da potência de lixamento. Observou-se que a lixa que necessitou de menos esforços de lixamento para o Eucalyptus grandis foi a de gramatura 100. Para o Aço ABNT 1045 os menores esforços foram obtidos com a lixa 120. Percebeu-se ainda que há uma influência direta da carga com a força e a potência de lixamento. As melhores rugosidades foram obtidas através dos ensaios com maiores pressões específicas.*

Palavras-chave: *Lixamento; Rugosidade; Força de corte; Potência de corte; Aço ABNT 1045; Eucalyptus grandis*

1. INTRODUÇÃO

O processo de lixamento, assim como o processo de retífica, é um processo de desgaste abrasivo definido como de geometria não definida. No entanto usa-se como ferramenta de corte as lixas. É utilizado para a melhoria da qualidade superficial de peças. Porém o lixamento não proporciona o controle dimensional, geométrico e superficial obtido pela retífica. O lixamento é recomendado como processo final de peças que receberam pintura ou revestimento já que uma superfície lixada proporciona menor consumo e maior aderência de tintas e vernizes além de melhorar a qualidade superficial. O lixamento é muito utilizado em indústrias metalúrgicas para desbaste de peças ou na preparação de superfícies metálicas a serem pintadas. Também é utilizado na indústria automobilística na preparação da carroceria para a pintura. Na indústria madeireira é fundamental para a confecção de móveis, na produção de painéis particulados como o MDF, MDP e OSB.

Assim como a retífica de aços e cerâmicas, o lixamento é conhecido com um dos mais complexos processos de usinagem definido como usinagem de geometria não definida. Estes processos envolvem muitas variáveis sendo responsável pela minimização da rugosidade superficial (Alves et al, 2008).

Segundo Koch (1964), o lixamento pode ser dividido em duas classes de trabalho. A primeira está relacionada com a redução de imperfeições maiores geradas nos processos anteriores, ou seja, o lixamento ira reduzir essas imperfeições (ondulações, batidas, etc.) criando uma superfície plana, livre de defeitos. Já a segunda classe está relacionada com a preparação da superfície para aplicações subseqüentes de materiais de acabamento, como vernizes, tintas, seladores, revestimentos, etc.

Com o crescimento da produção das indústrias, redução de custos, melhoria da qualidade do produto e concorrência do mercado geram um maior interesse no conhecimento do processo de usinagem por abrasivo bem como as variáveis

que o envolvem. Segundo Ratnasingam et al. (1999), um entendimento da relação complexa entre abrasivos, variáveis do processo de usinagem e a características da madeira levará a uma maior produtividade no processo de lixamento da madeira.

Ratnasingam et al. (1999), enfatiza a necessidade do conhecimento do tipo de abrasivo (mineral) utilizado no processo bem como seus constituintes como: adesivo para fixação do abrasivo, material base para lixa, entre outros. Esses fatores estão relacionados com a vida da lixa, tipo de acabamento da madeira, dissipação de temperatura da lixa e conseqüentemente consumo de energia e acabamento. Além do conhecimento da composição da lixa Ratnasingam et al. (1999) destaca alguns fatores relacionados com mecanismo do processo de lixamento que influenciam na vida do abrasivo (Tabela 1).

Tabela 1 – Influência das variáveis do processo de lixamento sobre a vida do abrasivo (RATNASINGAM, 1999)

Fator	Efeitos sobre a vida do abrasivo
Pressão	Com o aumento da pressão aumenta-se proporcionalmente a taxa de remoção de material, a temperatura da lixa e a carga o que acarreta danos ao abrasivo
Comprimento da área de contato	Reduzindo a área de contato reduzirá a temperatura e o carregamento sobre a lixa, aumentando a vida útil da lixa, mas reduzindo a taxa de remoção de material, ou seja, produtividade
Granulometria da lixa	Quanto maior o número menor a taxa de remoção de material e mais fino é o acabamento. No entanto quanto maior esse número maior o carga sobre a lixa
Velocidade da lixa	Alta taxa de velocidade conduzirá a uma maior remoção de material, mas levará a um aumento da temperatura causando danos ao abrasivo
Tipo de Abrasivo	Dependendo do tipo de abrasivo ocorrerá uma maior ou menor taxa de desgaste, sendo sua escolha correta de suma importância

Portanto é fundamental o conhecimento e adequação desse processo com as características desejadas no produto final. Nos aços deve ser considerada a dureza, velocidade de corte, granulometria das lixas entre outros como variáveis que podem influenciar no processo. No lixamento da madeira devem ser consideradas variáveis específicas deste material, como, umidade da madeira, espécie, sentido do lixamento, velocidade de corte, densidade da madeira, granulometria da lixa, entre outros.

Um dos parâmetros importantes para avaliar a qualidade superficial é a rugosidade. A partir desta pode-se averiguar se a superfície está pronta para a próxima etapa. Com uma rugosidade adequada pode-se obter os padrões finais desejados e uma melhora no recebimento de produtos como selantes, tintas e vernizes.

Este trabalho tem como objetivo propor uma nova sistemática de análise de resultados através de um sistema de aquisição de dados implantado para este estudo. Propõe ainda o estudo das relações entre velocidade de corte, potência de lixamento e força de lixamento com a qualidade superficial, através da medição da rugosidade obtida.

Para melhorias no processo deve-se conhecer as relações entre as variáveis do processo com a qualidade e esforços de corte. Com esse intuito realizou-se a análise da influência da velocidade de corte, da granulometria das lixas e da pressão específica no processo de lixamento do aço ABNT 1045 não temperado e da madeira de *Eucalyptus grandis*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O processo de lixamento acontece para deixar uma superfície plana e lisa para próximos tratamentos de acabamento como pintura, envernizamento, etc. De Moura e Hernandez (2006) afirmam que o lixamento é uma prática comum necessária para se ajustar as superfícies dos materiais para a aplicação de revestimentos e que pouco se conhece sobre os efeitos dos parâmetros de lixamento sobre a qualidade das superfícies.

Para o lixamento da madeira deve-se sempre seguir o sentido das fibras, assim evitando a danificação das fibras e o comprometimento do processo. Operações de lixamento no sentido perpendicular as fibras devem ser realizadas com cuidado redobrado devido a uma maior dificuldade de lixamento.

Alguns cuidados devem ser tomados como o sentido de lixamento, a velocidade de lixamento, a pressão exercida, a umidade e a limpeza do objeto após a operação de lixamento. Esses cuidados visam tanto uma melhoria na qualidade do lixamento como também uma maior vida útil da lixa.

Após o processo de lixamento espera-se que o objeto obtenha uma boa qualidade superficial para facilitar os processos seguintes. Um bom acabamento implica em baixos valores para parâmetros verticais de rugosidade.

O processo de lixamento pode ser dividido em duas classes de trabalho. Na primeira classe estão os processos que são realizados para preparar a peça reduzindo a aspereza superficial da peça. Na segunda classe estão os processos de lixamento que preparam o material para subseqüente aplicação de materiais de acabamento (Koch, 1964).

Segundo a Norma NBR 14960, lixa é o produto fabricado com a deposição de grãos de mineral abrasivo, previamente classificado a um tamanho especificado, sobre um costado de papel, tecido, fibra vulcanizada, filme plástico ou combinação (papel + tecido), e unidos por camadas de adesivos que são curadas para ter a forma sólida.

Segundo Alves (2008), apud Bianchi (1999), as forças de usinagem nos processos abrasivos são importantes, pois influenciam a qualidade geométrica, dimensional e superficial da peça, a vida da ferramenta e por fim o tempo de execução do processo de corte. Os valores médios das forças de usinagem a serem empregados durante a usinagem

também são importantes porque determinam a potência necessária para a máquina ferramenta, assim como suas necessidades estruturais.

As forças de usinagem variam com um grande número de fatores como afiação dos grãos abrasivos, tipo de material a ser usinado, velocidade de usinagem, umidade do material, fluidos, granulometria do abrasivo, entre outros. Portanto obtêm-se uma qualidade elevada no processo de usinagem desde que haja uma combinação entre esses fatores, mas nunca analisando ou alterando uma variável apenas.

Durante o processo de usinagem por abrasão, os grãos abrasivos se desgastam. Os topos dos mesmos começam a perder suas “cristas”, ou seja, seu grau de afiação, tornando os grãos “cegos”. Devido à perda da afiação dos grãos ocorre um aumento nos esforços de remoção do material, originando deformações na superfície do material ao invés de sua efetiva remoção. Com o aumento destes esforços e das deformações citadas ocorre o aumento da força tangencial de corte, em consequência de maiores atritos do topo do grão abrasivo com a superfície do material gerando maiores temperaturas no processo (Alves, 2005).

De acordo Magoss e Sitkei (2001), a qualidade superficial depende de vários fatores que podem ser encontrados nos materiais e nas características do processamento. Dentro das propriedades da madeira pode-se destacar a espécie, densidade, teor de umidade e propriedades físico-químicas. As propriedades físico-químicas incluem o específico número e distribuição de fibras e vasos na parte física, e teor de celulose, lignina e extrativos na parte química.

Para Gurau, Mansfield-Williams e Irlle (2005), as superfícies de madeiras lixadas contém irregularidades causadas pelo processo de lixamento e pela própria anatomia da madeira.

O processamento também tem grande influência na rugosidade. Na usinagem através de corte ortogonal, os fatores mais importantes são a velocidade de corte e a afiação das facas, mas o ângulo de corte da faca, o ângulo entre a aresta de corte com as fibras e a amplitude de vibração da máquina também influenciam a rugosidade superficial (Magoss e Sitkei, 2001). Para a usinagem através de fresamento periférico a velocidade de corte e a afiação das fresas determinam fortemente a rugosidade das peças. No lixamento a rugosidade é influenciada pela velocidade de corte, velocidade de avanço, tamanho de grão e pelo desgaste do grão abrasivo. Em todos estes processos a rugosidade pode ser influenciada por defeitos da madeira como poros, incrustações, trincas etc.

Segundo Tiburcio (2006), apud (Gonçalves, 2000), o desempenho de corte das ferramentas nos processos de usinagem de madeiras pode ser indicado pelo consumo de energia necessário ao corte para operações de desbaste ou pela qualidade superficial obtida em operações de acabamento. Para ambas situações refere-se o termo “usinabilidade”.

3. METODOLOGIA

Utilizou-se uma central de aquisição de dados para a leitura e captação dos dados relevantes no processo de lixamento. Esta central é composta por três principais equipamentos, apresentados na Fig. 1, que são o computador, o painel de controle e o sistema usado para a captação dos dados (célula de carga e transdutor de potência).

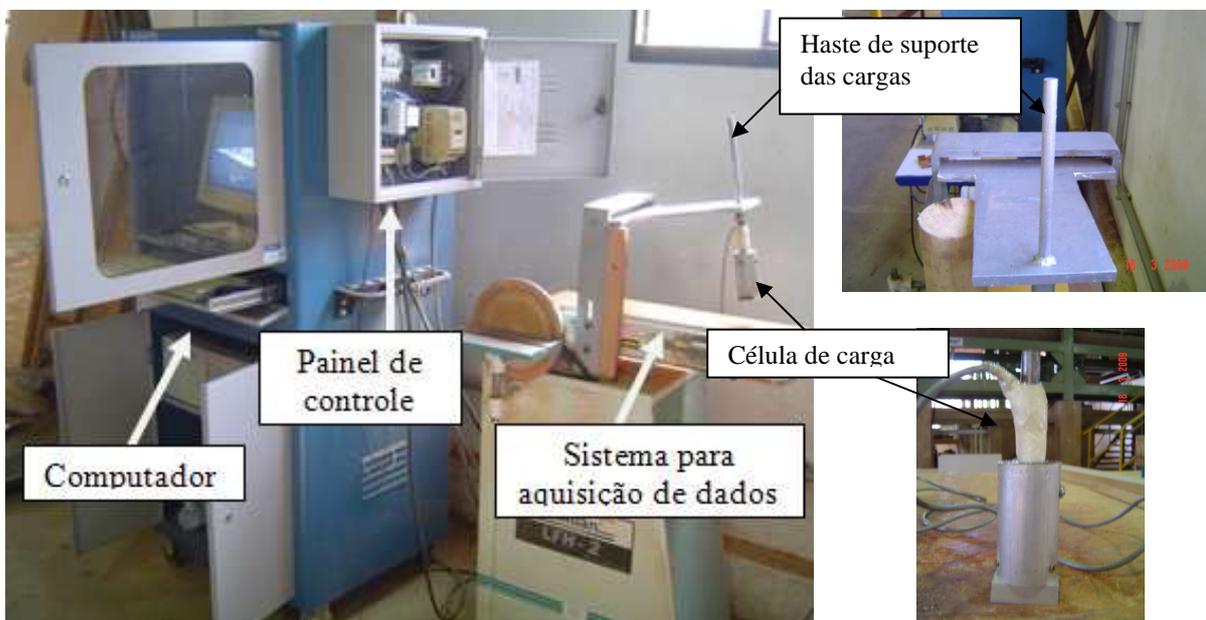


Figura 1. Central de aquisição de dados.

O sistema de aquisição de dados conta com uma célula de carga para aquisição da força de lixamento. Utilizou-se ainda uma lixadeira horizontal de cinta onde utilizou-se lixas de 1400mm de comprimento e 150mm de largura.

Confeccionou-se 60 corpos de prova de *Eucalyptus grandis* e 27 corpos de prova em aço ABNT 1045 não temperado. Os corpos de prova em aço ABNT 1045 apresentaram rugosidade média RA inicial de 4,2 μm . Os corpos de

prova em madeira apresentavam rugosidade inicial média RA de 9,2 μm . As dimensões dos corpos de prova eram: 50x21x30mm. Um corpo de prova é apresentado na Fig. 2.

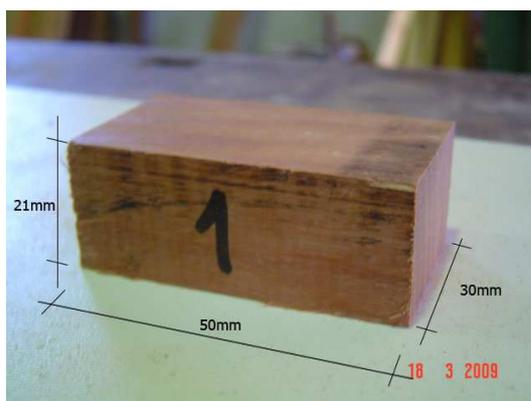


Figura 2. Dimensões dos Corpos de prova.

Para a aquisição de todos os sinais montou-se um painel (Fig. 3) com uma fonte Siemens com entrada 110-220 VAC / 24 VCC, um transdutor de célula de carga modelo TCA 500-2MV/V, um inversor de frequência da marca Weg® uline com tensão de alimentação em 380V e 3 A, para o controle da velocidade do motor da lixadeira.

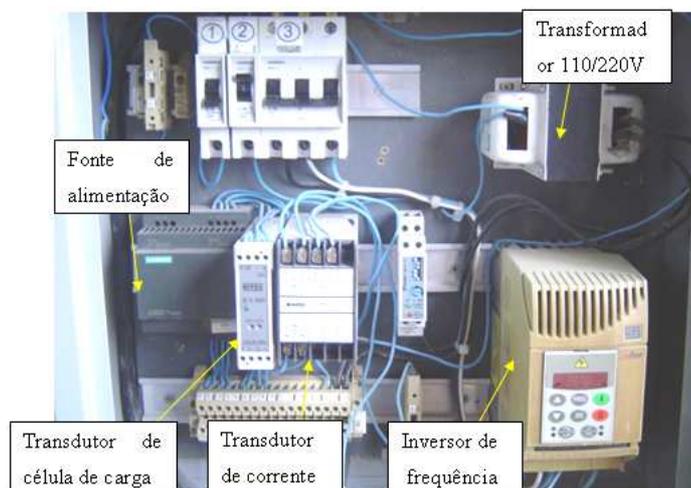


Figura 3. Componentes da aquisição de dados.

Para a medição dos valores de potência do motor durante o processo de lixamento utilizou-se um transdutor de corrente modelo TRX-I/U da marca WARD® n° série 90501 com incerteza de $\pm 0,5$. Esse transdutor capta a variação do valor da corrente do motor e libera um sinal analógico de saída proporcional entre 0 e 5 V.

Para a captação dos dados usou-se um módulo de canais com 16 entradas possíveis modelo BNC2120 da marca National Instruments®, uma placa de aquisição de dados PCI-6220, e a ligação entre a placa de aquisição e o módulo de canais foi feita através de um cabo blindado modelo SHC 68-100EPm da National Instruments®.

Os dados foram recebidos captados pelo LabView 7.1®, aonde foi feito um programa que se adequasse ao ensaio realizado. Após captados, esses dados foram analisados.

Para a realização dos ensaios com corpos de prova em madeira, fez-se a climatização dos corpos de prova para garantir a uniformidade da umidade. Os ensaios com *Eucalyptus grandis* foram realizados com a umidade estabilizada em 8%.

Todas as lixas utilizadas são compostas por grãos de óxido de alumínio marca Norton (Saint Gobain).

Cada condição de ensaio contou com 3 repetições afim de garantir a confiabilidade. Os ensaios contaram com 3 granulometrias de lixa (80, 100 e 120), 3 velocidades V_c (10, 11 e 12 m/s) e 2 variações de pressão específica (219,89 e 283,44 gf/cm^2). Convém ressaltar que as peças foram lixadas por 30 segundos. As pressões específicas utilizadas referem-se à pressão exercida pelo peso próprio do sistema atuando sobre a área do corpo de prova (219,89 gf/cm^2) e a pressão exercida com a inclusão de uma massa de 1kg junto ao peso próprio do sistema atuando sobre a área do corpo de prova (283,44 gf/cm^2). Os valores utilizados encontra-se na faixa de valores usados por outros autores (FOTIN ET AL., 2008 e SALONI ET AL., 2005).

A qualidade superficial foi avaliada através de um rugosímetro da marca Taylor Robson, modelo surtronic 25 com comprimento de amostragem 4mm, Cut-off 0,8mm e filtro 2CR.

4. RESULTADOS

A Fig. 4 apresenta os resultados médios da força de corte obtida no lixamento de *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm². A Fig. 5 apresenta os resultados médios da força de corte obtida no lixamento do Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm².

Pode-se observar na Fig. 4 que a menor força de lixamento para a madeira foi obtida com a lixa 100, e que as lixas de granulometria 80 e 120 possuem forças de cortes semelhantes. Isso provavelmente à grande variação de propriedades estruturas presente nas madeiras.

Nota-se também que a velocidade que necessita de maior força para usinagem é a de 10 m/s sendo que as velocidades de 11 e 12 m/s não apresentam grandes diferenças entre os gráficos.

Maiores velocidades proporcionaram menores forças de lixamento.

Analisando os gráficos percebe-se que a menor força de lixamento é obtida com a maior velocidade enquanto que as maiores forças de corte aparecem na menor velocidade de corte.

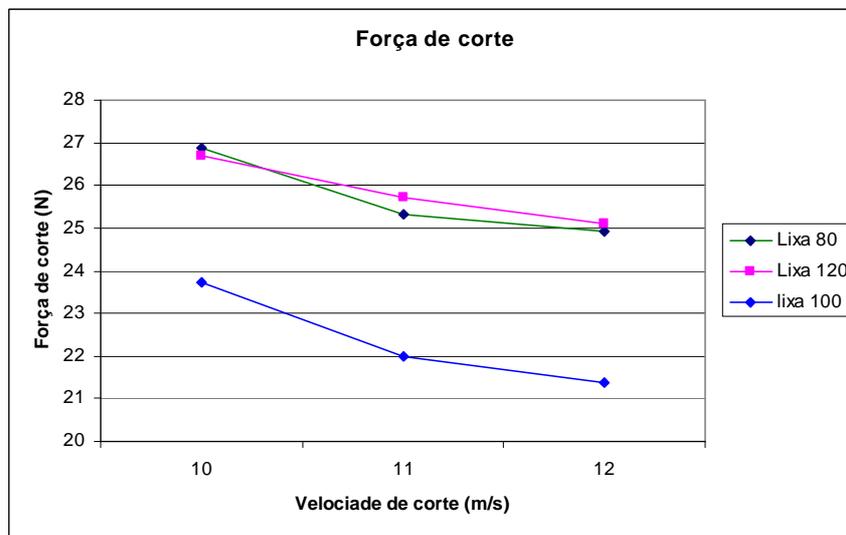


Figura 4. Força de corte obtida no lixamento de *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm².

Pode-se observar na Fig. 5 que a menor força de lixamento para o Aço ABNT 1045 foi obtida com a lixa 120. Maiores velocidades proporcionaram menores forças de corte. A força de corte foi inversamente proporcional à velocidade e à granulometria.

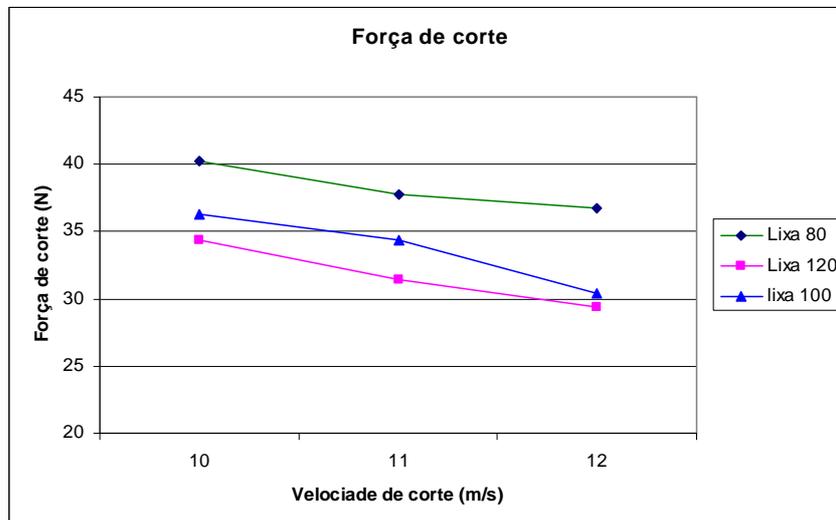


Figura 5. Força de corte obtida no lixamento de Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm².

A Fig. 6 apresenta os resultados médios da força de corte obtida no lixamento de *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm². A Fig. 5 apresenta os resultados médios da força de corte obtida no lixamento do Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm².

Pode-se observar na Fig. 6 que a menor força de lixamento para a madeira foi obtida com a lixa 100. Nota-se também que a velocidade que necessita de maior força para usinagem é a de 10 m/s, com exceção da condição à velocidade de 11m/s com lixa de granulometria 120.

Maiores velocidades proporcionaram menores forças de lixamento.

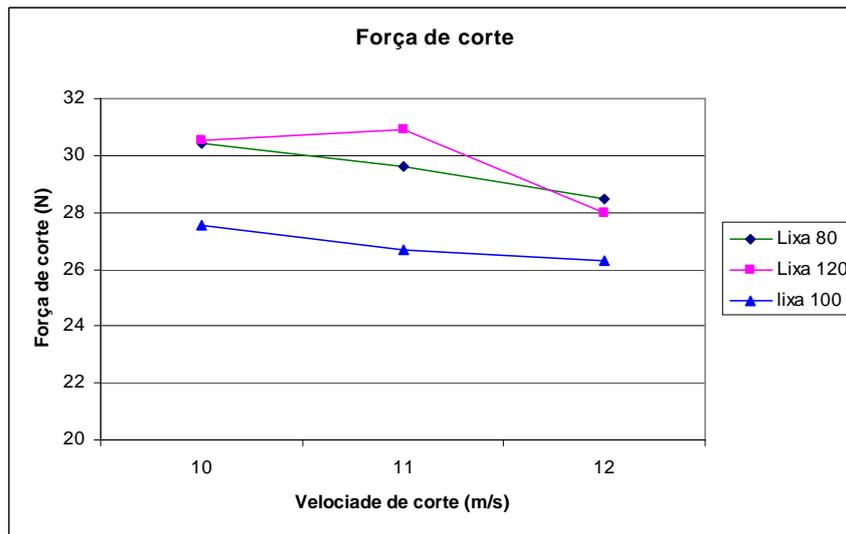


Figura 6. Força de corte obtida no lixamento de *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm².

Pode-se observar na Fig. 7 que com o aumento da pressão específica o comportamento da força de lixamento para o Aço ABNT 1045 não foi alterado. Maiores velocidades continuaram proporcionando forças de corte. A força de corte foi inversamente proporcional à velocidade e à granulometria.

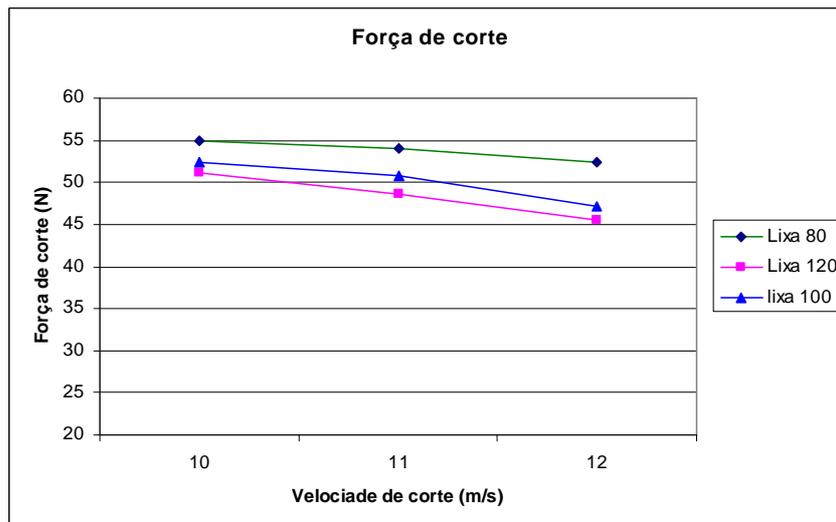


Figura 7. Força de corte obtida no lixamento de Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm².

A análise das Fig. 4, 5, 6 e 7 mostram que o aumento da pressão específica de lixamento proporcionou o aumento da força de corte.

A Fig. 8 apresenta os resultados médios da potência de lixamento do *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm². A Fig. 9 apresenta os resultados médios da potência de lixamento do aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm².

Pode-se observar que as menores potências foram obtidas com a lixa 100 no caso da madeira de *Eucalyptus grandis*. Nota-se também que a velocidade que necessita de menor potência de lixamento foi a de 10 m/s.

Maiores velocidades proporcionaram maiores potências para o lixamento.

Pode-se observar na Fig. 9 que a menor potência de lixamento para o Aço ABNT 1045 foi obtida com a lixa 120 para a velocidade de 10m/s. Menores velocidades proporcionaram menores potências consumidas no lixamento. A Potência consumida foi diretamente proporcional à velocidade e inversamente proporcional à granulometria.

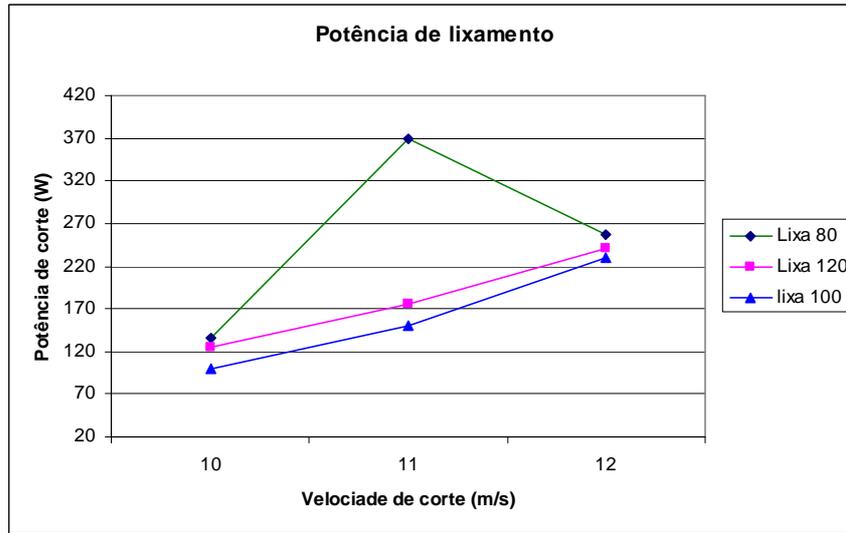


Figura 8. Potência de lixamento obtida no lixamento de *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm²

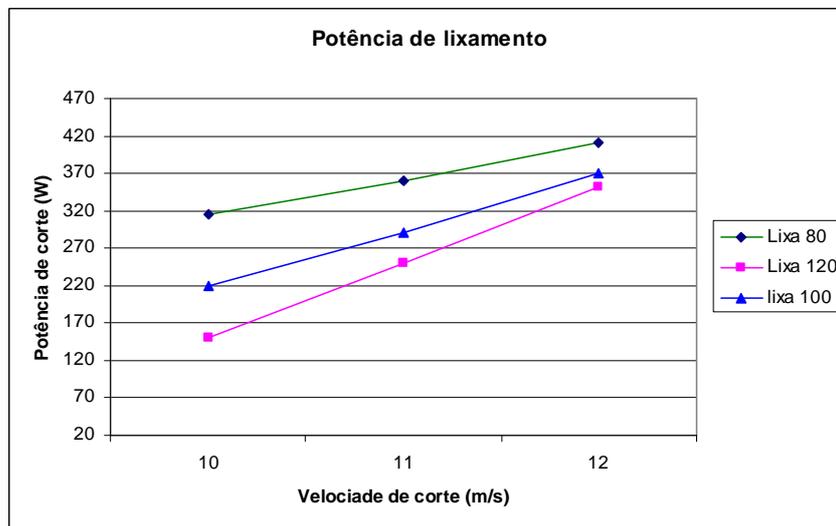


Figura 9. Potência de lixamento obtida no lixamento de Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 219,89 gf/cm².

A Fig. 10 apresenta os resultados médios da potência de lixamento consumida no lixamento de *Eucalyptus grandis* nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm². A Fig. 11 apresenta os resultados médios da potência de lixamento consumida no lixamento do Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm².

Pode-se observar na Fig. 10 que a menor da potência de lixamento consumida para a madeira foi obtida com a lixa 100 para velocidade de corte de 10m/s.

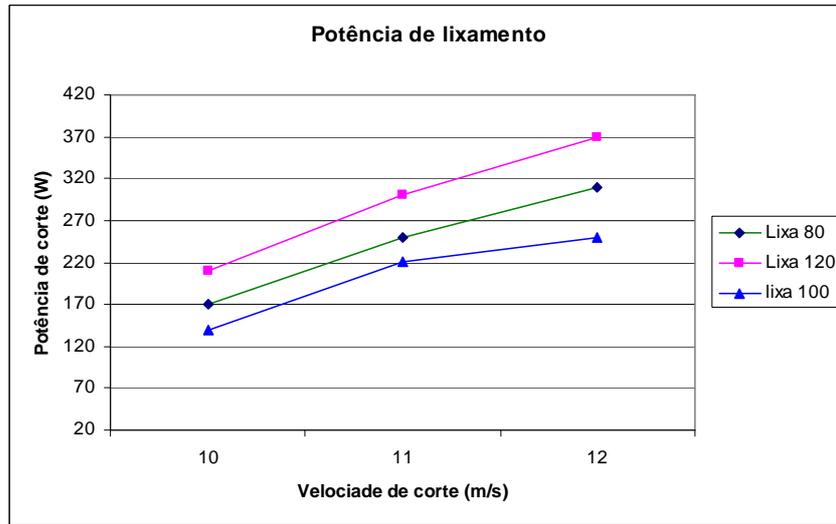


Figura 10. Potência de lixamento obtida no lixamento de Eucalyptus grandis nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm².

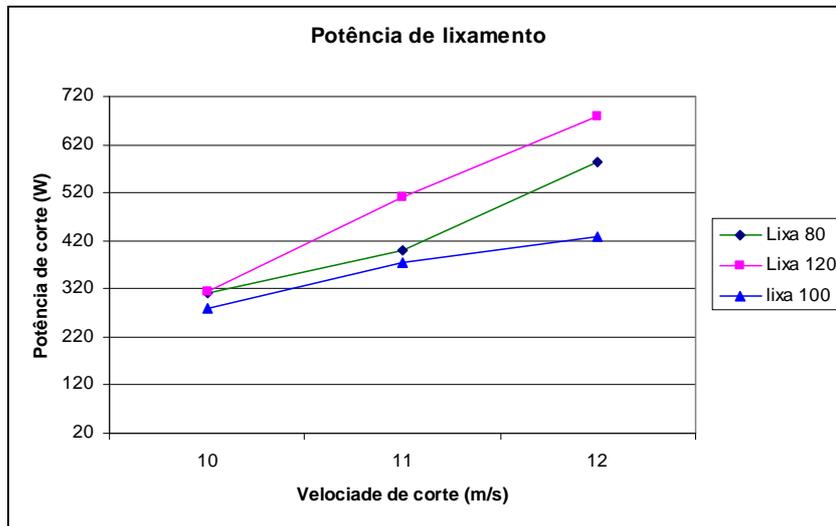


Figura 11. Potência de lixamento do Aço ABNT 1045 nas diferentes granulometrias de lixa e velocidades de corte para a pressão específica de 283,44 gf/cm².

Pode-se observar na Fig. 11 que com o aumento da pressão específica o comportamento da potência de lixamento consumida para o Aço ABNT 1045 não foi alterado. Menores velocidades continuaram proporcionando menores potências de corte.

Pode-se perceber analisando os gráficos anteriores a influência do aumento da pressão específica durante o processo de lixamento. Nota-se que o um aumento da força de lixamento em todas as configurações de ensaios, isso se deve ao aumento da força de lixamento devido ao aumento do atrito do corpo de prova entre a lixa.

Siklienka e Ockajova (2003) [13] estudaram a influência da força de corte por unidade de área de pressão específica durante o lixamento de algumas espécies de madeira (Pine, Oak, Maple, Spruce, Poplar) usando uma lixadeira de cinta. Utilizando pressões específicas de 104, 147, 186 e 206 gf/cm² e granulometrias de lixas de 40, 80 e 120 mostraram que a força de corte aumentou para pressões de 147 e 186 gf/cm².

Pode-se observar nas Fig. 12 e 13 as rugosidades obtidas nos ensaios com Eucalyptus Grandis e aço ABNT 1045 respectivamente.

Nota-se que para o Eucalyptus grandis os maiores valores de rugosidade em todas as velocidades foram obtidos com a lixa 80 com pressão específica de 219,89gf/cm² enquanto que os menores valores de rugosidade foram obtidos na velocidade de 10 m/s na lixa 80 com pressão específica de 219,89gf/cm². Para as velocidades de 11 e 12 m/s os melhores resultados foram os da lixa 100 e da lixa 120 com pressão específica de 283,44gf/cm², respectivamente. Também pode-se perceber que os ensaios com pressão específica de 283,44gf/cm² para a lixa 80 obtiveram menores valores de rugosidade, e com isso uma melhor qualidade superficial. Pode-se afirmar que as melhores rugosidades obtidas para a lixa 80 foram com o aumento da pressão específica. Para a lixa 100 nota-se que na velocidade de 10 m/s

a menor rugosidade obtida foi com pressão específica de 219,89gf/cm² enquanto para a velocidade de 11 m/s a melhor rugosidade foi obtida com pressão específica de 283,44gf/cm² e para a maior velocidade obteve-se resultados similares. Na lixa 120 as melhores rugosidades foram obtidas com o aumento da pressão específica.

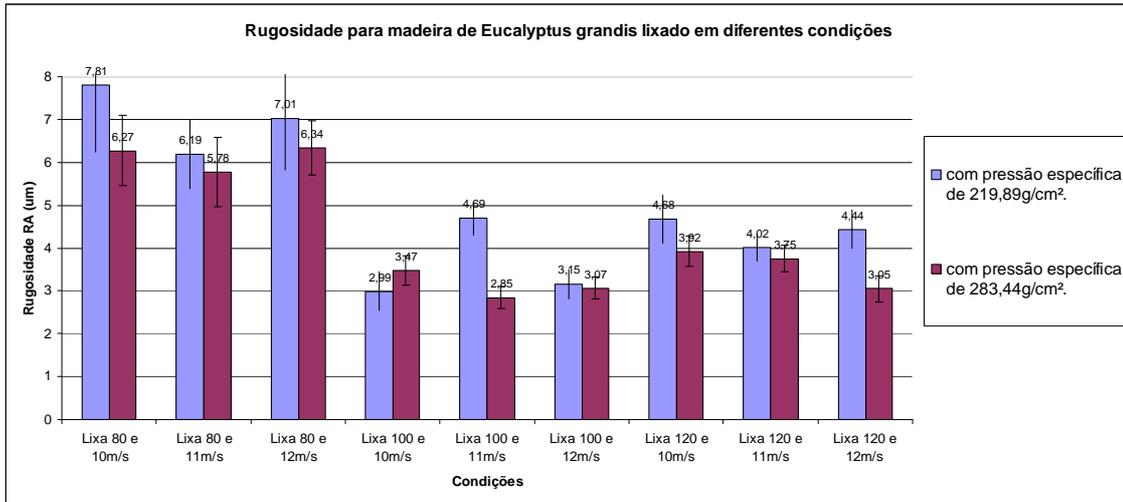


Figura 12. Rugosidade para madeira de Eucalyptus grandis.

Para o aço ABNT 1045 os maiores valores de rugosidade em todas as velocidades foram obtidos com a lixa 80 com pressão específica de 219,89gf/cm² enquanto que os menores valores de rugosidade foram obtidos na velocidade de 11m/s na lixa 120 com pressão específica de 219,89gf/cm². Percebe-se a tendência de melhores rugosidades para maiores velocidades de corte e para menores pressões específicas.

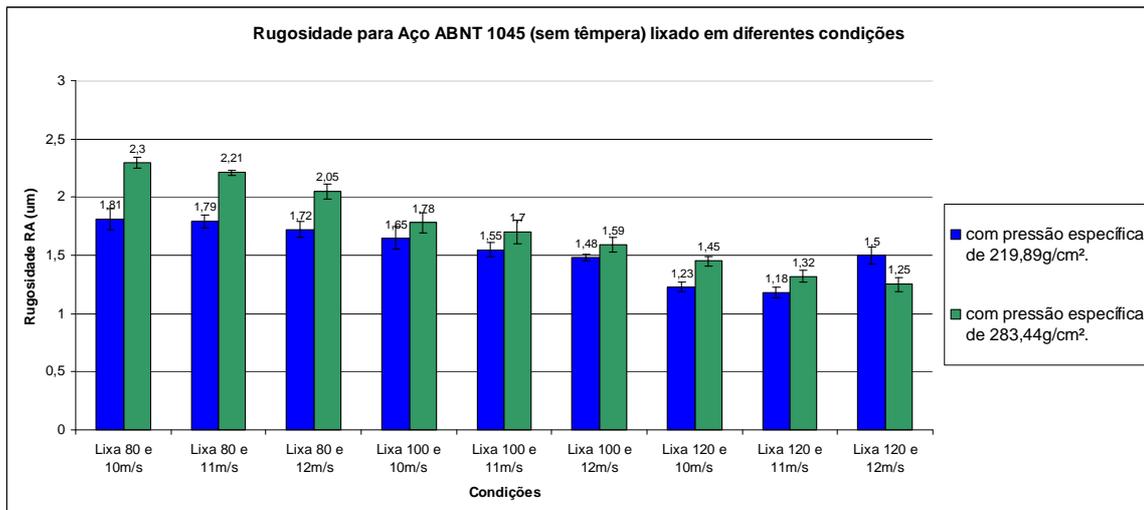


Figura 13. Rugosidade para Aço ABNT 1045.

Em experimentos realizados por Tiburcio (2009), usando lixamento tubular perpendicular às fibras do *Eucalyptus grandis*, dos conjuntos de granulometrias de lixas testados (80-100, 80-120, 100-120) os conjunto de lixas que utilizaram lixa de acabamento 120 apresentaram os menores valores de rugosidade para as diferentes velocidades de avanço de torneamento testadas pelo autor (10, 14 e 18 m/min).

Fotin et al. (2008), realizou uma pesquisa no qual investigou o consumo de potência no processo de lixamento da madeira do gênero *Birch* sp com as seguintes granulometrias 60, 80, 100 e 180 mesh ao longo de três direções: Paralela, a 45° e perpendicular as fibras. O tipo de abrasivo utilizado foi o óxido de alumínio. Nesse experimento foi utilizada uma lixadeira de banda larga com um sistema de aquisição de dados acoplados para obtenção da potência consumida. Foram feitas 4 combinações de conjuntos de lixas, sendo as seguintes: (3) - 60, 80 e 100 mesh; (6) - 60, 80 e 180 mesh; (7) - 60 e 100 mesh e (10) - 60, 100 e 180 mesh. Foram analisados 2 fatores: velocidade de alimentação (4, 8, 12, 16 e 20 m/min) e profundidade de corte (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 e 0.5 mm), mantendo a velocidade da lixa (16 m/s) e a pressão sobre a peça (4.5 bar) constantes. As análises do consumo de potência no processo de lixamento nas três direções e em todas as combinações de lixas mostraram que o consumo aumenta com o aumento da velocidade de alimentação e a da profundidade de corte respectivamente, sendo que o maior consumo de potência ocorreu na direção perpendicular às

fibras para todas as combinações de lixas. A combinação que gerou o menor consumo de energia foi o número (3), com desbaste inicial utilizando uma granulometria 60 e acabamento com 80 e 100 mesh.

5. CONCLUSÕES

A bancada de aquisições de dados proposta para a obtenção de resultados do processo de lixamento mostrou-se eficiente na aquisição de potência de lixamento e força de lixamento, mostrando-se completamente confiável para adquirir variáveis físicas de processos. A metodologia utilizada é capaz de ser empregada no meio industrial sendo possível sua utilização para controle de processos e qualidade da peça produzida.

- Pôde-se perceber que as melhores rugosidades foram obtidas nos ensaios onde se obteve as menores forças de lixamento.
- Ficou demonstrado que uma maior pressão específica ajudou na qualidade do acabamento superficial, melhorando o acabamento e diminuindo o valor da rugosidade.
- Há uma diferença de qualidade, visualmente notável, do acabamento superficial entre a lixa 80 e as demais granulometrias. Porém, os acabamentos superficiais das lixas 100 e 120 foram equivalentes.
- A variação da velocidade de lixamento não afetou de forma significativa a rugosidade das peças. Isso deve-se provavelmente à baixa variação da velocidade utilizada nos ensaios (10, 11 e 12 m/s). A força de lixamento apresentou um pequeno aumento para menores velocidades.
- Na força de lixamento com o aumento da pressão específica verifica-se aumento dos esforços.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-Brasil, pelo auxílio à pesquisa e à bolsa concedidos e à Universidade Estadual Paulista UNESP - Campus de Itapeva.

7. REFERÊNCIAS

- Alves, M. C. S., 2008, "Influência dos métodos de lubri-refrigeração na retificação do aço ABNT 4340 usando rebolo de CBN", Tese de Doutorado – UNESP, Bauru, SP, Brasil.
- Alves, M. C. S., Bianchi, E.C.; Aguiar, P. R., 2008, "Grinding of hardened steels using optimized cooling", *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, Vol. 16 N° 1, pp. 195-202.
- Alves, M. C. S., 2005, "Análise da influência da velocidade de mergulho na retificação de aços endurecidos utilizando refrigeração otimizada", Dissertação de Mestrado – UNESP, Bauru, SP, Brasil, 2005.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas NBR 14960; 1984, "Lixas (Abrasivos revestidos) - Requisitos de segurança para seu uso", Rio de Janeiro. Brasil, pp.1.
- Bianchi, C. E., Silva, E. J., Lovato, M. C., Fernandes, O. C., Valarelli, I. D., 1999, "Características e tendências do processo de abrasão". *Revista Máquinas & Metais*, Aranda Editora, Ano XXXV, n° 399, Abril, Pp. 238-249.
- De Moura, L. F.; Hernandez, R. E., 2006, "Effects of abrasive mineral, grit size and feed speed on the quality of sanded surfaces of sugar maple wood", *Journal of Wood Science and Technology*. V40, n.6, p. 517-530.
- Fotin, A.; Cismaru, I.; Salcă, E. A. "Experimental research concerning the power consumption during the sanding process of birch wood". *ProLigno* v.4,n. 3,p.37- 45, 2008.
- Gonçalves, M.T.T., 2000, "Processamento da Madeira". Bauru-SP: Document Center Xerox – USC, 242p., 23,5 cm. Inclui Índice. ISBN 85-901425-1-5.
- Gurau, L.; Mansfield-Willians, H.; Irle, M., 2005, "The influence of wood anatomy on evaluating the roughness of sanded solid wood", *Journal of the Institute of Wood Science*. London, UK, v.17, n.2, pp. 65-73.
- Koch, P., 1964, "Wood Machining Processes", Edited by The Ronald Press Company, Nova York, USA, p. 397 – 431.
- Magoss, E.; Sitkei, G., 2001, "Fundamental Relationship of Wood Surface Roughness at Milling Operations", In: *International Wood Machining Seminar*, 15., Anaheim, California. Research. Anaheim, California: Wood Machining Institute, Pp. 437 - 446.
- Ratnasingam, J., Reid, H. F., Perkins, M. C., "The productivity imperatives in coated abrasives : Application in furniture manufacturing". *European Journal of Wood and Wood Products* v.57, n. 2, p. 117-120, Abr. 1999.
- Saloni, D. E., Lemaster, R. L., Jackson, S. D., "Abrasive machining process characterization on material removal rate, final surface texture, and power consumption for wood". *Forest Products Journal*, Madison, USA, v.55, n. 12, p.35-52, Dez. 2005.
- Siklienka, M.; Ockajova, A., 2003, "Analysis of cutting forces during sanding of native wood". *Drevarsky Vyskum/Wood Research*, Eslováquia, v.48, n.1-2, pp.15-21.
- Tiburcio, U. F. O., 2006, "Análise do acabamento superficial na usinagem de madeiras em processos de torneamento e lixamento", In: *X EBRAMEM*, São Pedro. Anais.
- Tiburcio, U. F. O., 2009, "Medição e análise do acabamento superficial da madeira de Eucalipto na usinagem de torneamento cilíndrico e lixamento", Tese de Doutorado – UNESP, Guaratinguetá, SP, Brasil.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CUTTING SPEED, OF THE GRANULOMETER OF SANDPAPER AND PRESSURE SPECIFIC CUTTING IN THE SANDING PROCESS

Manoel Cléber de Sampaio Alves, manoel@itapeva.unesp.br¹
Marcos Tadeu Tiburcio Gonçalves, tadeu@itapeva.unesp.br¹
Francisco Mateus Faria de Almeida Varasquim, mateus1985@uol.com.br¹
Luiz Fernando Frezzatti Santiago, frezzatti@yahoo.com.br¹
Luciano Donizeti Varanda, lu.varanda@hotmail.com¹
Eduardo Carlos Bianchi, bianchi@feb.unep.br²

¹ UNESP. Universidade Estadual Paulista. Engenharia Industrial Madeireira. Departamento de Eng. Industrial Madeireira, Rua Geraldo Alckmin, 519, 18409-310, Nossa Senhora de Fátima, Itapeva, SP, Brasil.

² UNESP. Universidade Estadual Paulista. UNESP. Faculdade de Engenharia de Bauru. Departamento de engenharia mecânica. Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, S/Nº, 17033-360, Vargem Limpa – Caixa Postal 473, Bauru, SP, Brasil.

Abstract: The sanding process is important for the final quality of products of wood and steel. It is in sanding that the surface with fewer imperfections and this stage is important for the final product and for the application of inks or varnishes. Nowadays still there are few studies on the variables of the sanding process because it is realized of empirical form. For improvements in the process the relations must be known among the variables of the process by the quality and efforts of cut. With this purpose was analyzed the effect of cutting speed, the size of the sandpaper and the load applied in the sanding of ABNT 1045 steel and Eucalyptus grandis wood. The superficial quality it was verified across the measurement of the ruggedness, Ra, and it was verified the efforts of cut (tangential force and sanding power). Was observed that the sandpaper that had minor effort for Eucalyptus grandis was sandpapes 100 mesh, and also that there is an influence of the load with the force and the power in sanding process. The best ruggedness was obtained across the tests by additional loads. Was observed that the sandpaper that had minor effort for ABNT 1045 steel was the sandpaper 120 mesh.

Keywords *Sanding, ABNT 1045 steel, Eucalyptus grandis, roughness, force of sanded, power sanding*

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.