

ANÁLISE DA USINAGEM DE MADEIRAS VISANDO A MELHORIA DE PROCESSOS EM INDÚSTRIAS DE MÓVEIS

Código do resumo: 21122

Resumo. Devido à baixa competitividade da indústria de móveis do Brasil em relação aos países líderes do setor, surgiu a necessidade de gerar informações que contribuam para a melhoria do desempenho dos processos de usinagem da madeira. Aliado à compreensão e entendimento do sistema de produção e dos fatores de influência, torna-se premente o estabelecimento de parâmetros competitivos das variáveis envolvidas na usinagem da madeira. Por isso, a necessidade de conhecer o comportamento do sistema produtivo e prever as condições ótimas de operação para se adequar a estas exigências. A adequação dos sistemas produtivos às necessidades dos clientes se dá com a captação de informações sobre as capacidades dos sistemas em cumprir os requisitos. O presente estudo identifica os principais fatores envolvidos na melhoria do desempenho da usinagem da madeira e estabelece parâmetros e suas relações com os indicadores de qualidade e produtividade de modo a melhorar a eficiência produtiva e a competitividade do setor.

Palavras-chave: Usinagem, ferramentas, madeira, desempenho, móveis.

1. INTRODUÇÃO

Devido à baixa competitividade da indústria de móveis do Brasil muitos estudos estão sendo direcionados para a melhoria dos processos de usinagem da madeira como forma de promover melhorias no sistema produtivo, reduzindo desperdícios e melhorando a eficiência e a competitividade dos produtos.

A utilização de novas espécies para fabricação de móveis passa pelo conhecimento da melhor forma de utilizar a madeira. Para isso, a identificação dos fatores tecnológicos responsáveis pela má utilização desses recursos é fundamental para alcançar melhorias nos indicadores de qualidade e produtividade. O estudo do comportamento das diferentes espécies de madeira perante os processos de usinagem como serramento, fresamento e furação e as interações dos fatores inerentes às ferramentas e às condições de corte que contribuem mais intensamente para a melhoria desses processos são os motivos deste estudo.

A falta de competitividade na indústria de móveis brasileira, quando comparada aos grandes centros exportadores do setor, aponta para causas como ausência de *design* próprio, falta de certificação da madeira, organização industrial excessivamente verticalizada e baixa eficiência dos processos de transformação da madeira em peças e componentes. Esse quadro é mais evidente nos segmentos de móveis residenciais, confeccionados a partir da usinagem da madeira maciça.

A obtenção de dados sobre o desempenho dos processos de fabricação mostra que a atividade apresenta altos índices de rejeição e desperdício de matéria-prima, baixo valor agregado, baixa eficiência e se reflete na ausência de estratégias que busquem a melhoria desses indicadores. Segundo a ABPM (1998) a causa deste cenário sombrio é a má gestão dos recursos produtivos, principalmente em empresas de pequeno e médio porte. Para Almeida (1998) e Tomaselli (2000) para reverter este quadro há necessidade de integração entre o projeto de produtos e um sistema eficaz de gestão do processo.

Por isso, este estudo busca atender a esta necessidade e gerar conhecimentos que sirvam como subsídio para uma melhor resposta técnica e econômica a partir a análise dos processos de fabricação, apoiado nos conhecimentos da engenharia industrial e da gestão de processo de produção.

Nesta análise são identificados os fatores críticos para a melhoria dos processos e uma definição ótima dos parâmetros de usinagem da madeira, de modo a contribuir para a competitividade e minimizar os riscos na fase de projeto, planejamento e controle do sistema de fabricação.

A identificação dos parâmetros das ferramentas tais como geometria da cunha, as condições de corte empregadas para diferentes espécies de madeira e suas correlações com os indicadores de qualidade e produtividade ajudarão a compreender melhor as relações de causa e efeito entre essas variáveis e a melhoria dos processos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A melhoria da competitividade das indústrias de móveis no Brasil passa pelo conhecimento dos fatores de sucesso do produto. Naumann (1998) e Souza (1999) atribuem a pequena participação do Brasil no comércio mundial de móveis a alguns fatores básicos como ausência de *design* próprio e mais atraente, organização industrial pouco desenvolvida, cultura industrial atrasada, ausência e certificação da madeira, ausência de estratégias comerciais competitivas e tecnologia de fabricação ineficiente, gerando maiores custos de produção e altos índices de perdas na produção, além do baixo nível da qualidade final dos produtos.

A importância do *design* para a competitividade da indústria do mobiliário foi estudada por Coutinho (1999) e Teixeira *et al.* (2001). Para estes autores o *design* é o resultado de um processo amplo e envolve etapas de concepção do produto em função da facilidade de produção, manutenção e uso, apelo mercadológico, funcionalidade, competitividade e custo de produção e venda. No processo de produção, o *design* é uma atividade importante na estratégia empresarial, que visa fixar a marca do produto no mercado e estreitar o relacionamento entre empresa e consumidor.

O conhecimento das propriedades das madeiras utilizadas na fabricação de móveis também é citado em vários estudos sobre a competitividade da indústria do mobiliário. A determinação dessas propriedades e de seu comportamento durante a usinagem é de fundamental importância para a sua correta utilização, assim como da melhor seleção de espécies e do bom dimensionamento de máquinas e ferramentas utilizadas na sua usinagem. Vários estudos sobre a qualidade da madeira e suas propriedades têm sido desenvolvidos ao longo dos anos. Entre os mais importantes para os propósitos deste trabalho estão os de Koch (1964), Kollmann (1984), Farias (2000) e Silva (2002). Nestes estudos são relacionadas várias propriedades físicas, mecânicas, anatômicas e organolépticas da madeira com o desempenho dos processos de usinagem e a qualidade das peças obtidas durante estes processos.

Entretanto, para a melhoria dos indicadores de competitividade do setor, antes da introdução do *design* próprio e do conhecimento das propriedades da madeira é importante que as empresas avancem na capacidade de manufatura, de forma a conseguirem produtos de baixo custo, elevada qualidade e flexibilidade produtiva. Para isso, é importante conhecer o comportamento dos processos de usinagem, responsáveis pela transformação da madeira em peças e/ou componentes de móveis.

2.1 Processo Produtivo e Tecnologia de Fabricação

Muitos trabalhos de pesquisas são dedicados ao estudo dos processos de usinagem da madeira. Entre os mais importantes para a melhoria do desempenho estão os desenvolvidos por Tomaselli (2000) e Farias (2000). Outros estudos relacionam a geometria e material da ferramenta, condições de corte e propriedades da madeira. Entre eles estão os trabalhos de BIANCHI (1996) e Gonçalves (2000).

Estes estudos fazem o levantamento de indicadores das áreas de atuação para obter-se a melhoria dos processos produtivos. Porém, não estabelecem valores de referência para que orientem a manutenção das variáveis envolvidas na usinagem da madeira dentro dos limites de controle do processo.

Várias outras pesquisas direcionadas para os processos básicos de usinagem e seus avanços, incluindo estudos da interação entre material da ferramenta e material da peça, o desenvolvimento de máquinas utilizadas no processamento da madeira, os métodos de avaliação da qualidade da superfície usinada utilizando mecanismos ópticos, o monitoramento e controle dos processos utilizando indicadores como potência consumida, emissão acústica e, por fim, a avaliação do efeito das propriedades da madeira sobre o desgaste da ferramenta.

Entre os principais estudos destes temas estão as pesquisas desenvolvidas por Mckenzie (1993), Szymani *et al.* (2001) e Lemaster *et al.* (2001).

2.2 Fatores Relevantes Para Melhoria dos Processos

Dependendo das características da ferramenta vários resultados são afetados, tais como vida útil, produtividade e qualidade da peça usinada. Essas características são, basicamente, a geometria e o material da ferramenta. Além disso, irão influir decisivamente as condições de corte para cada espécie de madeira. No entanto, há carência de informações sobre os mecanismos de desgastes envolvidos nas diferentes combinações ferramenta-peça. A geração dessas informações facilita a produção de ferramentas adequadas a cada necessidade, ou seja, orientam o desenvolvimento de parâmetros ótimos no desenvolvimento e uso de cada ferramenta para usinagem de determinadas espécies de madeira.

Para Farias (2000), Gonçalves (2000) e Stemmer (2001) os principais ângulos para definição da geometria da ferramenta são o ângulo de saída (γ_0) e o ângulo de folga (α_0). Essas pesquisas ressaltam que a geometria das ferramentas possui uma grande influência sobre o acabamento da superfície da peça usinada e sobre a vida útil da ferramenta. Por isso, a importância em desenvolver estudos com a finalidade de otimizar estas características.

Muitos fatores podem influir na usinabilidade da madeira. Entre eles variáveis dependentes da ferramenta, da peça e do processo (Farias, 2000). Para avaliar a usinabilidade são utilizados vários critérios. Silva (1994), Bonduelle (2000), Farias (2001) e Stemmer (2001), citam entre os mais importantes para indústria madeireira a vida entre duas asfiações sucessivas, expressa em unidade de tempo, e a qualidade da superfície da peça usinada. Os valores estabelecidos para cada critério dependem das combinações entre a espécie de madeira, o material da peça, geometria e material da ferramenta e as condições de corte. A determinação do ponto de troca da ferramenta é decisiva para a melhoria da produtividade, pois o número de *setups* depende deste fator além do *mix* de produtos.

Nas pesquisas sobre a usinabilidade da madeira Bonduelle (2000) cita que para obter ganhos de qualidade e produtividade na usinagem é necessário otimizar o compromisso da qualidade da superfície usinada versus o desgaste do gume. Por isso, é necessário conhecer as condições de corte e geometria das ferramentas para cada espécie de madeira que conduzam a esta solução de compromisso.

A análise da relação da qualidade da superfície da madeira usinada com as condições de corte é, também, muito importante para melhoria dos processos. Neste sentido, métodos aplicados por Bet (1999) na usinagem de metais, podem ser aplicados na usinagem da madeira. A avaliação da qualidade da superfície usinada é um fator importante no monitoramento e controle dos processos de usinagem. Entre as pesquisas dedicadas a avaliação da qualidade das superfícies de peças de madeira usinadas podem ser citadas as de Lemaster (1982), Fujiwara *et al.* (1999) e Gurau (2001).

Bet (1999) na usinagem de metais e Farias (2000) na usinagem de madeiras utilizaram para a quantificação da qualidade da superfície usinada parâmetros como a profundidade média de rugosidade (R_z), que representa os desvios medidos nos perfis da superfície. Para determinar os parâmetros de rugosidade foram utilizadas a varredura por apalpador (método com contato) e a triangulação por Laser (sem contato) para geração de imagens 3 D.

Outro método utilizado para avaliação da qualidade da superfície é a análise do cavaco formado durante a usinagem da madeira. Este método de análise da qualidade foi utilizado por Mckenzie citado por Koch (1964), Valarelli e Gonçalves (2001), Castro e Gonçalves (2001) os quais observaram os tipos de falhas na formação do cavaco e relacionaram-nas às condições de corte, geometrias da ferramenta, potência de corte e propriedades da madeira.

No Brasil, apesar dessas tecnologias, a técnica utilizada para avaliação da qualidade da superfície em condições de laboratório, ainda é baseada na norma ASTM D1666, que é essencialmente subjetiva baseada na análise qualitativa e na experiência do analista da qualidade. No ambiente fabril, o controle da qualidade da superfície ainda é pior, baseado apenas na avaliação visual e no tato.

3. METODOLOGIA

Para a análise do sistema de transformação da madeira foram levantados dados baseados em registros históricos dos processos de usinagem de nove fábricas de móveis do pólo moveleiro de São Bento do Sul, SC. Esses dados foram obtidos a partir da aplicação de questionários e formulários aos responsáveis pelas áreas de produção, manutenção e controle de qualidade de cada empresa visitada. Os dados incluíram informações sobre as operações envolvidas na fabricação de móveis, as máquinas e ferramentas utilizadas, suas configurações e as medidas de qualidade e produtividade de cada conjunto máquina-ferramenta-madeira. As informações necessárias para a análise incluíram, como variáveis de respostas à vida da ferramenta (medida em minutos) e o índice de rejeição (medido em percentagem de peças reprovadas) em cada processo. Como variáveis de entrada a geometria (ângulos de saída e de folga, diâmetro e número de dentes) e material da cunha da ferramenta de corte, as condições de corte nas quais as ferramentas operavam (velocidade de avanço, rotação do eixo árvore, velocidade de corte) e as espécies de madeira e suas propriedades.

Na análise dos dados foram utilizadas estatísticas descritivas, para identificar a forma de dispersão dos dados e estabelecer médias e desvios, matrizes de correlação para estabelecer o grau de importância de cada variável de entrada sobre as variáveis de resposta. As variáveis de entrada, aqui, são consideradas os fatores sobre os quais é possível ter controle durante o processo de usinagem. Assim, controlando as variáveis de entrada é possível prever os resultados a serem obtidos pelas variáveis de resposta. Desta forma, é possível estabelecer valores limites para estes fatores fora dos quais, o desempenho dos processos de usinagem, medidos em termos da qualidade e da vida ferramenta, é insatisfatório. A partir desta análise é possível estabelecer as relações de dependência entre esse conjunto de variáveis e as respostas do sistema produtivo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades de transformação da madeira nas fábricas de móveis pesquisadas se caracterizam, por diversos tipos de processos de usinagem, como: serramento, fresamento e furação, diferenciando-se de acordo com a função que a peça ou componente exerce na montagem dos móveis. As operações básicas de usinagem são representadas pela Figura 1, onde é apresentado um fluxo genérico dos processos de usinagem observados em todas as empresas visitadas.

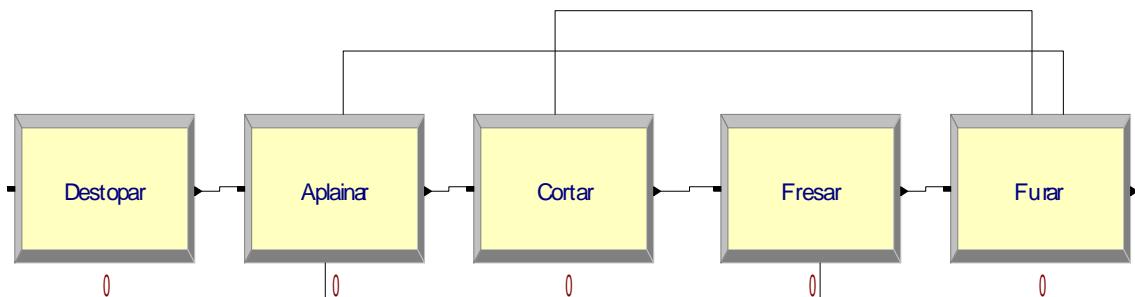


Figura 1 – Fluxo dos processos na usinagem de madeira em fábricas de móveis.

A seqüência de operações varia de acordo com a rotina de operações estabelecida para a produção de cada peça e não segue necessariamente a seqüência apresentada na Figura 1. O seqüenciamento das operações depende da estrutura do produto, do modelo de organização utilizado (*layout*) e da programação da produção dimensionada de acordo com as capacidades dos recursos produtivos.

Um dos principais problemas enfrentados pelos fabricantes de móveis é a baixa liquidez dos investimentos devido à elevada imobilização de capital em máquinas, equipamentos e estoques de matéria-prima e produtos semi-acabados ou em processo. Por isso, a redução dos tempos improdutivos devido a paradas por quebras de ferramentas ou para trocas muito freqüentes pode contribuir para redução do *lead time* produtivo, aumentando a velocidade de produção e reduzindo os estoques em processo.

Na análise dos resultados a densidade da madeira de várias espécies foi relacionada com as propriedades geométricas das ferramentas, com as condições de corte e com as variáveis de resposta dos processos (índice de rejeição e vida da ferramenta). Foram identificados também os principais problemas enfrentados durante a usinagem dessas espécies, buscando identificar os pontos de melhoria.

O tipo de defeito mais freqüente na usinagem da madeira é a presença de “ferpas” na superfície, conhecido também como “arrepiamento” da superfície, como citado por Koch. (1964). Para reduzir a freqüência deste tipo de defeito é necessário aumentar os ângulos de saída e verificar o grau de arredondamento do gume (raio do gume) evitando ultrapassar o limite de desgaste admissível para, deste modo, manter o “fio” de corte.

As operações que apresentaram a maior freqüência de avarias nas ferramentas foram o aplaínamento, o corte longitudinal (serramento) e o fresamento de perfil. A Figura 2, mostra, numa escala de 1 a 5, a freqüência de quebra de ferramentas de acordo com o processo de usinagem.

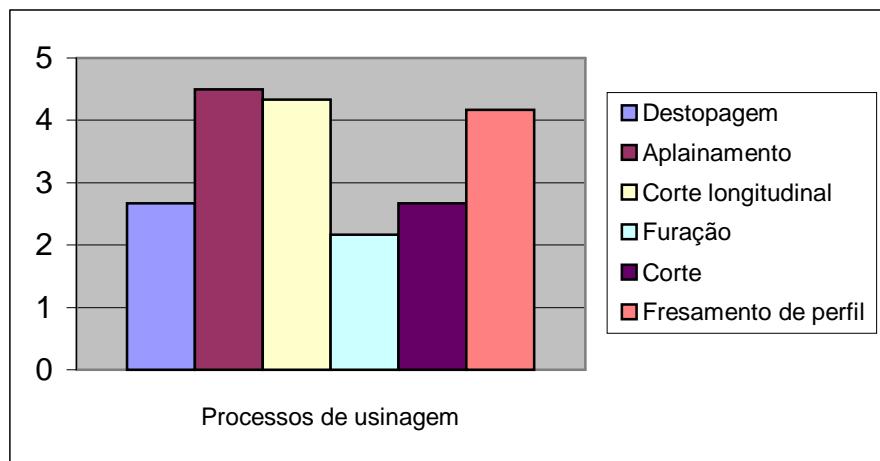


Figura 2 – Ocorrência das avarias nas ferramentas de acordo com o processo.

A principal avaria nas operações de usinagem está relacionada à quebra ou lascamento do gume devido, principalmente, à utilização de geometrias e condições de corte impróprias para as diferentes espécies de madeira. A utilização de geometrias com gumes muito vivos propiciou um aumento da freqüência de avarias. As avarias aumentaram devido à baixa rigidez do gume, principalmente quando cortam madeiras duras com profundidades incompatíveis com a geometria do gume. O desgaste na face aparece em segundo lugar como a causa de paradas para troca de ferramentas. Em terceiro, foi citado o desgaste na face frontal do dente.

Na análise do fluxo de fabricação, foi possível constatar que, dentre as operações aqui estudadas, o fresamento foi considerado pelos fabricantes de móveis, como a operação que causa a maior limitação de capacidade, ou seja, esta operação é considerada o gargalo. Por isso, é importante dimensionar as propriedades de ferramentas e condições de corte para que sejam

minimizados as paradas para a troca de ferramentas causadas por desgaste e quebra de ferramentas neste grupo de operações.

A velocidade de corte tem grande influência sobre o aumento ou redução do tempo de ciclo, uma vez que com o aumento da velocidade de corte, há uma diminuição do tempo de máquina e, consequentemente, o tempo necessário para usinar uma peça, ou seja, o tempo de ciclo.

Sobre o critério utilizado para determinação da vida útil das ferramentas, a maioria das empresas pesquisadas afirmou que utilizam a perda da qualidade e precisão de corte e o raio do gume como critério para definição do fim de vida da ferramenta nos processo de usinagem.

A decisão sobre a escolha das configurações das ferramentas e condições de corte envolve uma solução de compromisso, onde se busca conciliar a melhor qualidade do componente, ou seja, o menor índice de rejeição e de perdas com a máxima velocidade de produção, buscando obter ganhos de escala. A avaliação do ponto ótimo depende de uma análise econômica da operação de modo a obter a máxima produção com o menor desgaste da ferramenta, evitando assim, paradas muito freqüentes para troca da ferramenta.

A matriz de correlação apresentada na Tabela 1, mostra a importância relativa de cada variável analisada sobre o desempenho do processo.

Tabela 1– Matriz de correlação das variáveis do processo¹ e o desempenho dos mesmos.

	α	γ	n	fz	Z	f	vf	D	vc	ME
Vida	0.41	-0.86	0.00	0.42	-0.94	-0.30	-0.30	-0.87	-0.87	-0.44
Produção	0.91	-0.08	0.00	0.95	-0.43	0.62	0.62	-0.10	-0.10	-0.91
Rejeição	-0.65	-0.60	0.00	-0.54	-0.35	-0.77	-0.77	-0.59	-0.59	0.61

De acordo com a análise da matriz de correlações, as variáveis que têm maior influência sobre a vida da ferramenta são o ângulo de saída (γ_o), o número de dentes da ferramenta (Z) e a velocidade de corte. O diâmetro da ferramenta (D) e a velocidade de rotação do eixo árvore (n) também são importantes para o controle do desgaste.

O índice de rejeição foi afetado, principalmente pela velocidade de avanço da peça (vf) e pelo ângulo de folga(α_o). Controlando estas variáveis e mantendo-as dentro dos limites de controle é possível obter melhorias na qualidade da superfície usinada.

Quanto maior o ângulo de folga, menor o índice de rejeição. Porém, maior a probabilidade de quebra e maior o desgaste da ferramenta (menor a vida da ferramenta). Da mesma forma, quanto maior a velocidade de corte, melhor a qualidade, porém maior o desgaste. De modo inverso, quanto menor a velocidade de avanço, melhor a qualidade do corte, mas maior o desgaste da ferramenta. As Figuras 3 e 4 mostram as principais relações entre as principais variáveis em estudo, as quais foram verificadas em todos os processos de usinagem.

1

α = ângulo de folga, γ = ângulo de saída, n = Rotação do eixo árvore (rpm), fz = Avanço por dente(mm/min), Z = Número de dentes, f = avanço (mm), vf = velocidade de avanço (m/min), D = Diâmetro da ferramenta (mm), vc = Velocidade de corte (m/seg), ME = Massa específica da madeira (g/cm³).

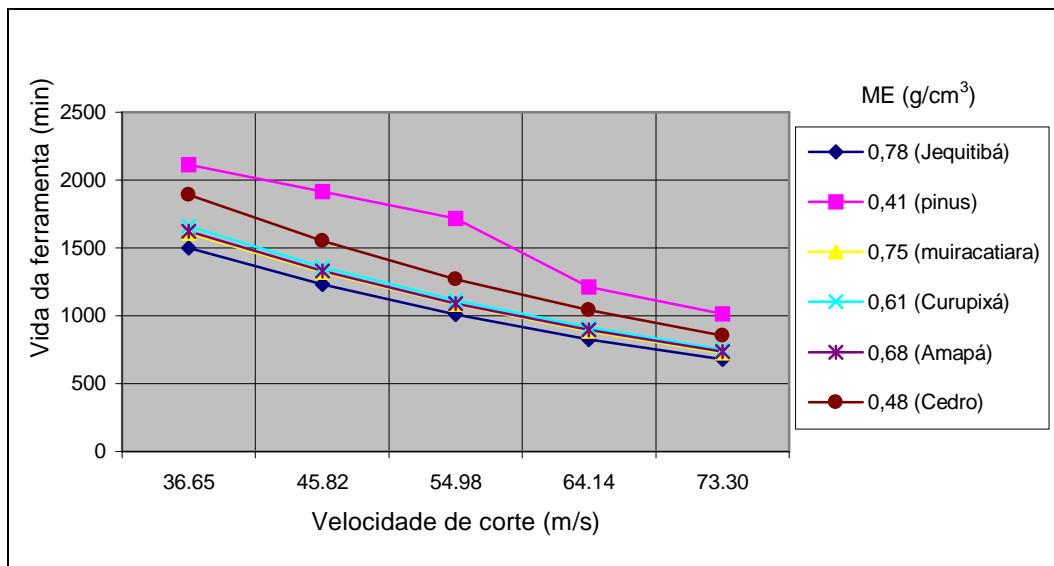


Figura 3 – Variação da vida ferramenta com a velocidade de corte para madeira de várias densidades.

A seleção da melhor velocidade de corte e melhor velocidade de avanço irá depender da melhor relação entre o desgaste e índice de rejeição para cada espécie de madeira, buscando, conciliar os aspectos da manutenção das variáveis de controle dentro dos limites aceitáveis de qualidade e produtividade estabelecidos por cada empresa. A Figura 4 mostra uma relação aproximada a esta para a madeira de jequitibá, obtida no processo de corte transversal. Relações deste tipo também podem ser obtidas para as demais espécies de madeira e distintos processos de usinagem.

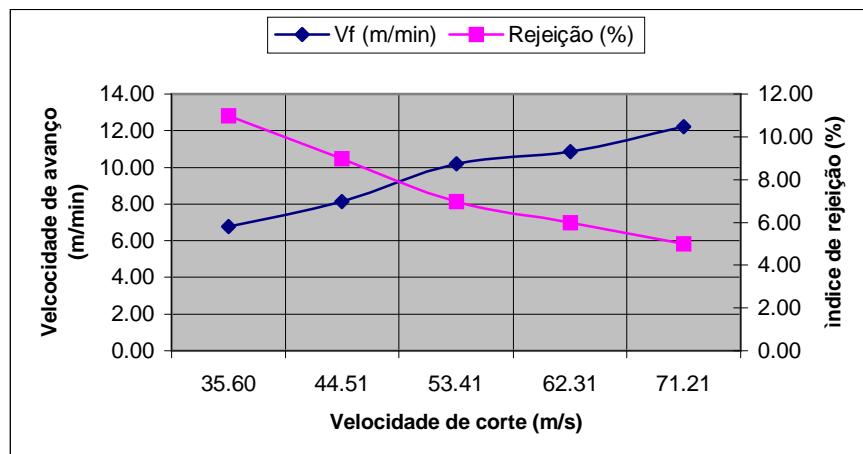


Figura 4 – Variação da velocidade de avanço e do índice de rejeição para várias velocidades de corte.

O conhecimento da influência da massa específica da madeira também é um fator importante para a melhoria do desempenho dos processos. A Figura 5 mostra a relação da vida da ferramenta com a massa específica. Quanto maior a massa específica, maior o desgaste, porém, somente até um ponto próximo a massa específica igual a 0,61 a partir do qual a vida da ferramenta praticamente não é afetada pelo aumento da massa específica. Isso pode ser justificado pela menor variação das dimensões dos elementos anatômicos constituintes do lenho de madeiras mais duras em relação a madeiras de menor densidade onde é grande a variação dimensional das células.

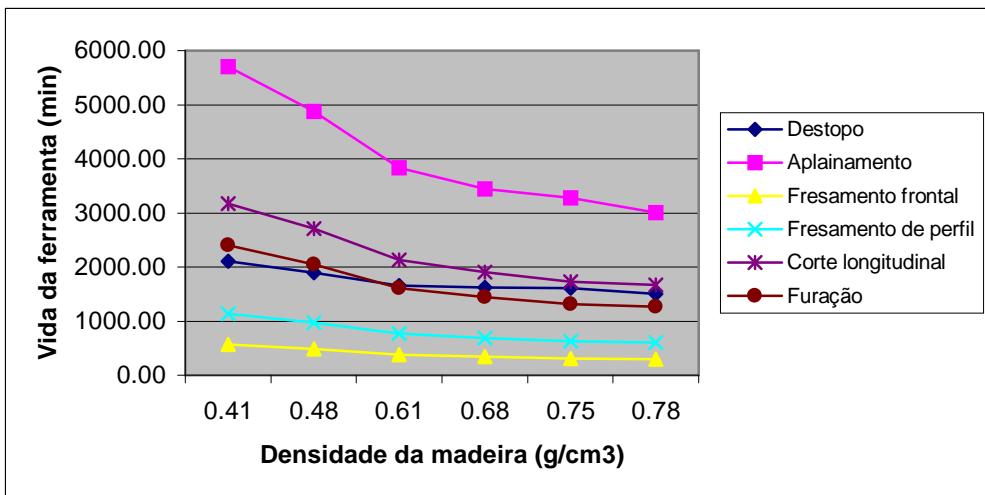


Figura 5 – Influência da massa específica (densidade) da madeira sobre a vida da ferramenta em diferentes processos.

5. CONCLUSÕES

O desgaste das ferramentas nos processos de usinagem está intimamente relacionado ao diâmetro do cabeçote, profundidade de corte e o número total de gumes da ferramenta. Além disso, parâmetros da geometria, velocidade de corte, propriedades da madeira e classe do metal duro também tiveram influência sobre o desgaste (vida da ferramenta) e sobre a qualidade das peças.

Efeito do número de gumes: o número de gumes têm efeito sobre o avanço por dente, o qual tem grande influência na qualidade do corte. Por isso, o dimensionamento do número de gumes e a seleção da melhor velocidade de avanço de acordo com o número de gumes mostrou-se ser um fator importante para a melhoria e o controle dos processos.

Efeito de profundidade de corte: O aumento da profundidade de corte resulta num desgaste maior da ferramenta. Os resultados indicaram um aumento exponencial do desgaste e perda da qualidade com o aumento da profundidade de corte apesar do aumento da produtividade.

Efeito da velocidade de corte: os resultados mostraram que o desgaste da ferramenta foi maior com o aumento da velocidade de corte, porém houve redução no índice de rejeição e maior velocidade de processamento.

Efeito do diâmetro do cabeçote: o desgaste da ferramenta aumentou com o aumento do diâmetro da ferramenta, numa razão próxima a raiz quadrada do curso usinado.

Efeito do material da peça: os efeitos de variações de estrutura e densidade da madeira são significantes. O desgaste da ferramenta para usinagem de madeiras de baixa densidade foi praticamente a metade do desgaste na usinagem de madeiras de alta e média densidade.

A ineficiência na usinagem de madeiras, principalmente quando são introduzidas novas espécies, é uma das causas da abaixa competitividade da indústria de móveis brasileira. Por isso, o presente estudo, contribui com a identificação de alguns parâmetros de usinagem, de modo a melhorar a eficiência produtiva na usinagem de madeiras ainda pouco utilizadas na fabricação de móveis.

Assim, com a identificação das causas do baixo desempenho e da compreensão das relações de causa e efeito entre os parâmetros de usinagem e as medidas de desempenho dos processos é possível ajustar estes parâmetros de modo a obter melhorias na eficiência produtiva e propiciar a introdução e o aproveitamento de novas espécies de madeira, até aqui pouco utilizadas devido o desconhecimento dessas relações, o que permite reduzir o número de avarias de ferramentas ou o aumento da vida da ferramenta e, deste modo reduzir o número de trocas de ferramentas e o tempo improductivo.

6. REFERÊNCIAS

- ABPM. Mercado internacional mostra potencial para produtos brasileiros. **Wood Magazine.** n. 47, p.5. jan./fev.1998.
- Almeida, A.R.B., Reengenharia florestal: necessidade perante a evolução do mercado consumidor. **Revista da madeira.** n. 21, p. 9, mar. /abr. 1998.
- Bet, L., **Estudo da medição da textura se superfícies com sondas mecânicas e com sondas ópticas tipo seguidor** 1999. Tese (Doutorado) PPEM, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Bianchi, K.E., **Concepção de uma máquina CNC para medição e usinagem de peças de madeira.** 1996. Dissertação. Programa de pós-graduação em engenharia mecânica, UFSC, Florianópolis.
- BonduelleE, A.; **Usinagem, material de corte e desgaste do gume.** Curso de Engenharia Industrial Madeireira e Programa de Pós-graduação em Eng. Florestal,UFPR, Curitiba, 2000.
- Castro, E.M; Gonçalves, M.T.T., **Estudo da usinabilidade de chapas MDF na usinagem de desbaste e acabamento.** 2001. Dissertação de mestrado. UNESP, Bauru.
- Coutinho, L., "Design como Fator de Competitividade na Indústria Moveleira". NEIT/ UNICAMP. **Relatório setorial SEBRAE – FINEP- ABIMOVEL,** São Paulo, 1999.
- Farias, M. G., **As questões ambientais e o processo de fresamento em alta velocidade de madeiras de floresta plantada eucalyptus grandis e eucalyptus dunnii.** 2000. Tese (Doutorado) - Programa de pós-graduação em engenharia mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Fujiwara, Y; ISHII, A.; Sawada, Y., 1999. Novel Filtering Methods of Evaluating Surface Roughness of Wood. Evaluation Based on Tactile Roughness and 3D Measurement of Surface Roughness. In: **Proc. of the 14th International Wood Machining Seminar.** 12-19, France, 1999.
- Gonçalves, M.T.T. **Processamento da Madeira.** Bauru-SP: Document Center Xerox –USC, . 2000.
- Gurau, L.; Mansfield-Williams, H.D.; Irle, M.A., A comparison of Laser Triangulation and Stylus Scanning for measuring the Roughness of Sanded Wood Surfaces. In: **Proc. of the 5th International Conference on the Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry.** 5th – 7th September Ljubljana, Slovenia. 2001.
- Koch, P., **Wood Machining Processes.** New York. Ronald Press Company. 1964. 530p.
- Kollmann, F.F.P.; Cotê, W.A.J., **Principles of Wood Science and Technology.** New ork. 1984. v.1, 592 p.
- Lemaster, R.L.; Dornfeld, D.A., Measurement of Surface Quality of Sawn and Planned Surfaces with a Laser. In: **Proc. on the 7th Wood Machining Seminar.** October, 1982. Richmond, California. 1982.
- Lemaster; R.L; Saloni; D; Rodkwan, S., Update of Process Monitoring and Control Research at North Carolina State University. **Proceedings of the 15th International Wood Machining Seminar** p.511-522. 2001
- Mckenzie, W., Wood is easy to cut -or is it?. **Proceedings of the 11th International Wood Machining Seminar** p.26-40. 1993.
- Naumann, L. Tecnologia como fator de competitividade na industria madeireira. **Wood Magazine**, v. 5, n.3, p 19-23. 1998.
- Silva, A.D., **Uma metodologia para otimização automática de parâmetros de usinagem.** 1994. Tese (Doutorado). Programa de pós-graduação em engenharia mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Silva, J.C., **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando sua utilização na indústria moveleira.** 2002. Tese (Doutorado) – Programa de pós graduação em engenharia florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Souza, P., Viabilidade de exploração da Madeira em florestas tropicais. **Wood Magazine**, v3, n. 4, Curitiba, p. 16-19, 1999.
- Stemmer, G.E., **Ferramentas de corte I.** 5. ed. Florianópolis. Ed. da UFSC, . 2001.
- Szymani; R.; Tylczak; J.H.; Hawk; J.A.; Ziomek-Moroz, M.; WO, J.B.C., Investigations of Wear Resistance of New Stellite 700 Series Grades Used for Saw Tipping. **Proceedings of the 15th International Wood Machining Seminar** p.133-140. 2001.

Teixeira, J.A.T.; CÂNDIDO, G.A.; ABREU, A.F., A utilização dos materiais no *Design* e a Competitividade da Indústria Moveleira da Região Metropolitana de Curitiba: um estudo de caso. **Revista Produção**, v.11, n. 1, p.27-41, 2001.

Tomaselli, I., As perspectivas para o setor florestal Brasileiro. **Revista Referência**, Curitiba, v.2 n.3., p.28, jan./fev.2000.

Valarelli, I.D.; GONÇALVES, M.T.T., Otimização do processo de usinagem em operações de desdobro. **VIII Encontro Brasileiro em madeiras e em estruturas de madeira**. Uberlândia, 2001.

7. DIREITOS AUTORAIS

Reservados todos os direitos em língua portuguesa e inglesa a:

Prof. M.Sc. Fernando Cardoso Lucas Filho

Prof. Dr. Lourival Boehs

Contatos: lb@grucon.ufsc.br e fecarlu@pop.com.br

TITLE: ANALYSIS OF WOOD MACHINING SEEKING THE IMPROVEMENT OF PROCESSES IN FURNITURE INDUSTRIES

First Author: Fernando Cardoso Lucas Filho, M.Sc.

UFAM. R. Dr. Danilo Gomes, 2196, CEP:81750070 - fecarlu@pop.com.br

Second Author: Lourival Boehs, Dr.

UFSC. Depto. de Eng. Mecânica, Cx Postal 476, CEP 88049000 – lb@grucon.ufsc.br

Abstract: Due to the low competitiveness of the it elaborates of pieces of furniture of wood of Brazil in relation to the countries leaders of the section, the need appeared of generating information that contribute to the improvement acting of the processes of wood machining. Ally to the understanding of the production system and of the influence factors, becomes important the establishment of competitive parameters of the variables involved in the wood machining. Therefore, the need to know the behavior of the productive system and to foresee the great conditions of operation to adapt these demands. The adaptation of the productive systems to the customers' needs feels with the reception of information about the capacities of the systems in accomplishing the requirements. The present study identifies the principal factors involved in the improvement of the acting of the wood machining and establishes parameters and your relationships with the quality indicators and way productivity to improve the productive efficiency and the competitiveness of the section.

Keywords: Machining, tools, wood, pieces of furniture.