

Capítulo 6

Conclusões e Sugestões Para Trabalhos Futuros

Com relação aos objetivos gerais estipulados no Capítulo 1, as seguintes conclusões podem ser feitas:

- Foram testadas ferramentas de metal duro revestido em situações de HSM, e suas vantagens e limitações com base em um critério de rugosidade de peça usinada foram determinadas. Seu desempenho foi bastante adequado às condições verificadas na Revisão Bibliográfica consultada, ainda que somente uma classe de metal duro para a ferramenta foi utilizada.
- A viabilidade dos processos de fresamento e torneamento quando comparados com processos alternativos, tais como retificação, freso-torneamento e torneamento convencional em duro, através da HSM foi estudada. Pôde-se, de uma maneira geral, provar que estes processos com altíssima velocidade de corte são mais produtivos e flexíveis, ao menos quando se releva o custo de maquinário e ferramental.
- Novas possibilidades de seqüência de fabricação para vários produtos tendo em vista o uso da técnica de HSM foram concluídas como possíveis, tendo como exemplo direto o torneamento com altíssima velocidade de corte de

peças curtas (é o caso de pontas de eixo, virabrequins e juntas homocinéticas).

- A geração e divulgação de resultados de pesquisa sobre a usinagem com altíssimas velocidades de corte junto a indústrias instaladas no Brasil será feita através de congressos e divulgação do material publicado para estas indústrias. Um artigo técnico com o conteúdo resumido desta dissertação será encaminhado para algumas revistas internacionais.

Já para os objetivos específicos propostos, as próximas conclusões são válidas:

- A análise relativa a qualidade superficial de peças manufaturadas através do fresamento com HSM, através de diversos parâmetros de rugosidade, para então compará-la a qualidade de outros processos de fabricação, foi efetuada. Foi possível observar que em muitos casos a variação dos parâmetros não correspondeu ao clássico aumento do parâmetro em relação ao aumento da profundidade de corte.
- Foi verificada a dispersão entre os parâmetros de rugosidade analisados, visando determinar quais são os mais indicados para análise deste tipo de usinagem, uma vez que a medição de rugosidade para estes casos atualmente é muito problemática e de suma importância. Pode-se concluir que, dentre os parâmetros estudados, os que melhor compreendem o fenômeno em questão foram a distância média entre os picos (S_m) e o momento espectral de quarta ordem (m_4).

As seguintes sugestões para trabalhos futuros seriam interessantes, na tentativa de estender e compreender o estudo iniciado nesta dissertação:

- Realizar mais ensaios semelhantes a estes, porém com ferramentas de corte de outros materiais, além de outros revestimentos. Garantida esta variação, poderia ser então vislumbrada a possibilidade de se variar outros parâmetros de processo, como material do corpo de prova e máquina.

- Uma vez possível a utilização de uma máquina que permita usinagem com parâmetros de corte (velocidade de corte e avanço) maiores que os disponíveis para os ensaios feitos para esta dissertação, seria interessante uma continuidade do trabalho visando o comportamento com uma maior gama de parâmetros disponíveis, dentro da HSM.
- Outra possibilidade seria a repetição de um ensaio semelhante ao relatado, porém feito inteiramente com torneamento com altíssimas velocidades de corte. As comparações com o material bibliográfico revisado, em especial os estudos de caso de retificação cilíndrica versus torneamento em duro, seriam mais completas e elucidativas.
- Outros ensaios, tendo como base puramente o aspecto econômico dos processos de usinagem com altíssima velocidade de corte, seriam de extrema relevância, para fins acadêmicos e industriais.
- Um estudo da viabilidade econômica, ao se determinar as melhores condições construtivas de máquinas para HSM, envolvendo tempo de construção, custo de material, consumo de energia elétrica, projeto e escolhas do tipo recondicionamento de máquinas convencionais versus máquinas novas para altíssima velocidade de corte, viriam a completar a análise feita nesta dissertação, relativamente aos custos fixos para utilização destes processos de usinagem.
- Outro estudo de viabilidade econômico, voltado a seleção e viabilidade de aplicação de processos com HSM em linhas de produção, envolvendo arranjo de linhas, tempo de processamento, custos de manutenção e adaptação de maquinário, seria muito interessante, principalmente para aplicações industriais diretas.
- Elaboração de uma "função custo" para a usinagem com altíssima velocidade de corte: considerando-se variáveis como complexidade, nível de acabamento e quantidade das peças a serem fabricadas, uma função matemática a partir destes elementos, ou ainda um programa de computador, possivelmente aliado a outros programas de projeto e fabricação, seria um excelente apoio a

decisão para planejamento de processos de fabricação e melhorias conceituais no projeto das peças analisadas.

- Elaboração de novos modelos matemáticos de formação de cavaco, transferência de calor durante a usinagem e desgaste da ferramenta, todos sob altíssima velocidade de corte. Caso seja possível a utilização destes modelos de forma prática, ou através de programas de computador dedicados com o auxílio de pacotes de elementos finitos comercialmente disponíveis, muito poderia se compreender sobre o processo de usinagem e estado, bem como possibilidades econômicas de sua aplicação.