

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS APLICADOS EM METODOLOGIA DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE USINAGEM

## **Nivaldo Lemos Coppini**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (FEAU-UNIMEP). Rod. Santa Bárbara d'Oeste – Iracemápolis, Km 1. CEP 13465-000 – Santa Bárbara d'Oeste. e-mail: ncoppini@unimep.br

## **Elesandro Antonio Baptista**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (FEAU-UNIMEP). Rod. Santa Bárbara d'Oeste – Iracemápolis, Km 1. CEP 13465-000 – Santa Bárbara d'Oeste. e-mail: elesandro@elesandroab.eng.br

**Resumo.** A otimização do processo de usinagem tem recebido especial atenção por parte de pesquisadores universitários e de indústrias manufatureiras, devido à necessidade de obter-se produtividade e/ou custos otimizados. Isto vem ocorrendo devido à prática do chamado “preço fixo”, que impõem a busca de custos que permitam auferir lucro por parte das prestadoras de serviços de usinagem e também, por outro lado, da necessidade de impor maior produtividade. Uma das metodologias desenvolvida já há alguns anos e hoje em constante aprimoramento e que se aplica de forma adequada a ambas as situações, baseia-se na otimização do processo de usinagem em ambiente fabril, tendo em vista que dados da literatura obtidos a partir de ensaios de laboratório realizados em condições ideais e específicas, não permitem extrapolações, gerando, por consequência, impossibilidade de utilização de forma confiável pelo setor industrial. Tais ensaios têm grande importância quando são utilizados para desenvolver conceitos e explicar fenômenos típicos do processo de usinagem, tais como: mecanismos de desgastes, comportamento de vida de pares ferramenta/peça, etc... Com o passar dos anos, a aplicação da metodologia de otimização citada, principalmente com auxílio de sistemas computacionais, tem permitido uma maior compreensão de suas vantagens e limitações e também tem despertado algumas novas discussões por parte da comunidade científica, como a determinação dos valores de custos, a utilização dos tempos de fabricação, entre outras variáveis utilizadas na otimização. O presente trabalho propõe uma discussão sobre a metodologia de otimização citada, detalhando as influências dos tempos de fabricação e valores dos custos envolvidos. Objetiva-se desta forma, aprofundar a discussão sobre o assunto.

**Palavras-chave:** usinagem, otimização, parâmetros de corte, intervalo de máxima eficiência.

## **1. INTRODUÇÃO**

O ambiente competitivo atual tem, de um lado, requerido a utilização de processos de fabricação baseados no conceito de “preço fixo”, ou seja: com a terceirização da usinagem, as empresas contratantes estabelecem um “preço fixo” para as contratadas e a margem de lucros destas dependerá da busca de parâmetros do processo que permitam praticar custos inferiores ao preço contratado. Desta forma, é impossível a utilização de dados que não sejam os reais decorrentes do dia a dia das empresas manufatureiras. É fundamental, portanto, que o menor custo por peça possa ser avaliado com a maior precisão possível. De outro lado, exigências com prazos de entrega, podem direcionar a produção na busca da maior produtividade possível. Este, também é um aspecto

que depende de dados compatíveis com o sistema máquina, ferramenta, peça envolvidos, para que as condições operacionais utilizadas reproduzam um mínimo de confiabilidade.

Uma das metodologias desenvolvida já há alguns anos e hoje em constante aprimoramento, se aplica de forma bastante adequada ao cenário acima mencionado. Baseia-se na otimização do processo de usinagem em ambiente fabril, tendo em vista que dados da literatura obtidos a partir de ensaios de laboratório realizados em condições ideais e específicas, não permitem extrapolações, gerando, por consequência, impossibilidade de utilização de forma confiável pelo setor industrial. Tais ensaios têm grande importância quando são utilizados para desenvolver conceitos e explicar fenômenos típicos do processo de usinagem, tais como: mecanismos de desgastes, comportamento de vida de pares ferramenta/peça, etc..., porém são de pouca valia para utilização em casos práticos reais que necessitem de dados precisos. Os autores vêm aprimorando a referida metodologia de otimização do processo de usinagem, baseada em dados monitorados diretamente da planta fabril e em tempo real, que constam dos seguintes artigos já publicados. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11] Esta metodologia encontra-se resumida a seguir.

## 2. METODOLOGIA DE OTIMIZAÇÃO

A metodologia de otimização acima mencionada apresenta as seguintes características que merecem ser destacadas:

- todos os dados são monitorados em planta fabril durante a evolução do processo;
- a aplicação da metodologia de otimização procura interferir o mínimo possível nos aspectos da rotina que possam afetar a produção durante o levantamento de dados;
- a vida da ferramenta é calculada a partir dos dados reais monitorados (ver modelo e procedimento de cálculos nos artigos já publicados e referenciados acima)
- as velocidades de referência (velocidade de mínimo custo, velocidade de mínima relação custo/produzibilidade, velocidade de mínimo custo limite, velocidade de máxima produção) são calculadas com base nos coeficientes de vida reais determinados;
- todas as restrições do sistema Máquina, Ferramenta e Peça (MFP) são identificados e considerados (limites de velocidades, limites de avanços, limite de potência, limite de esforços de corte, de avanço e de profundidade de usinagem, limites geométricos e físicos da ferramenta, etc...);
- o cenário de fabricação é considerado (estoque de ferramentas, estratégia de produção, fluxo de produção, etc...)
- a metodologia sugere otimizar a profundidade de usinagem como sendo a máxima possível de acordo com as restrições do sistema;
- a metodologia sugere otimizar o avanço por volta selecionando-o com base nas exigências das operações e das restrições do sistema. Será sempre o maior avanço possível para operações típicas de desbaste, quando o qualidade da superfície usinada e da sub-superfície não impuserem condições. Será selecionado em função da geometria da ferramenta e das condições exigidas para a superfície usinada e sub-superfície, para operações de acabamento;
- a metodologia recomenda que a velocidade de corte ( $V_c$ ) otimizada seja selecionada a partir das referências, das restrições e do cenário em que o sistema se insere;
- por meio de apoio computacional (TOES – *Tool Optimization Expert System*) desenvolvido em trabalhos anteriores [2] e pelo monitoramento contínuo dos dados durante a produção em planta fabril, eventuais variações das referências devem ser consideradas e a velocidade de corte otimizada deve, então, ser corrigida.
- a metodologia é aplicada de forma precisa em produção seriada ou baseada em similaridade de peças de mesmo material e quando se considera famílias organizadas por conceitos de Tecnologia de Grupo. A metodologia pode ser também aplicada para fabricação dentro do conceito *just in time* e, neste caso, a precisão dos resultados

dependerá da possibilidade de obtenção dos dados reais que antecedam aqueles monitorados durante a produção.

### 3. ANÁLISE CRÍTICA SOBRE O EMPREGO DA METODOLOGIA DE OTIMIZAÇÃO

Durante as aplicações e apresentações da metodologia de otimização, algumas questões e críticas têm surgido. Este artigo pretende analisar e discutir algumas delas, a saber:

#### 3.1. Os resultados de $(x)$ e $(K)$ podem ser extrapolados?

Os valores de  $(x)$  e de  $(K)$  – da equação de vida de Taylor, determinados a partir de dados monitorados em planta fabril, para serem considerados válidos deverão gerar velocidades de referência que estejam contidas dentro do intervalo de velocidades utilizado durante o monitoramento. Conforme demonstrado por Pallerosi & Coppini [10], a metodologia não prevê possibilidade de extrapolação dos coeficientes de Taylor além do intervalo de velocidades acima mencionado.

#### 3.2. Os valores de $(x)$ e $(K)$ serão sempre os mesmos para diferentes lotes programados para o mesmo sistema (MFP)?

O mesmo material da peça, proveniente de partidas diferentes e/ou proveniente de fornecedores diferentes, pode, apesar da mesma especificação do material, apresentar diferenças em suas propriedades físicas, químicas e mecânicas. Estas diferenças podem exigir correções nos valores dos coeficientes e também da velocidade otimizada, bastando para isto, monitorar estrategicamente a vida da ferramenta na própria planta fabril.

#### 3.3. O que ocorre com o valor da velocidade de mínimo custo ( $V_{cmc}$ ) se ocorrerem variações dos custos envolvidos após a sua determinação, como por exemplo o salário do operador?

Para a análise do comportamento da Velocidade de Corte de Mínimo Custo,  $V_{cmc}$ , será utilizado o resultado de uma otimização realizada por Malaquias [11]. Serão implementadas variações nos custos e no tempo de troca da ferramenta,  $t_{ft}$ .

Os dados e resultados da otimização realizada foram: custo do ferramental,  $K_{ft} = \text{R\$ } 3,28$ ,  $t_{ft} = 0,58$  min; salário homem,  $S_h = \text{R\$ } 13,60$ ; salário máquina,  $S_m = \text{R\$ } 15,00$ ; primeira velocidade de corte utilizada no ensaio,  $V_{c1} = 175$  m/min; vida da ferramenta em número de peças para a  $V_{c1}$ ,  $Z_1 = 16$ ; segunda velocidade de corte utilizada no ensaio,  $V_{c2} = 210$  m/min; vida para a  $V_{c2}$ ,  $Z_2 = 9$ . Com os dados citados foi calculado o Intervalo de Máxima Eficiência, IME, que apresentou os seguintes valores:  $V_{cmc} = 175$  m/min; e Velocidade de Corte de Máxima Produção,  $V_{cmxp} = 325$  m/min.

Com base nesses resultados, foram analisadas diferentes situações. Na primeira, somente o valor do  $K_{ft}$  foi alterado em  $\pm 10\%$  em relação ao que foi utilizado no ensaio. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos com este procedimento. Observar que a linha em destaque refere-se a condição real do ensaio de referência. A Figura 1 refere-se ao gráfico elaborado a partir dos dados da referida tabela.

Na segunda situação os valores de salário homem e salário máquina foram considerados em conjunto ( $S_h + S_m$ ). Novamente foi feita uma variação de  $\pm 10\%$  em relação ao que foi utilizado no ensaio. Os outros parâmetros foram mantidos inalterados.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos. Observar que a linha em destaque refere-se a condição real do ensaio de referência. A Figura 2 refere-se ao gráfico elaborado a partir dos dados da referida tabela.

Analisando-se a Tabela 1, juntamente com seu respectivo Gráfico (Figura 1), é possível observar, no caso utilizado como exemplo, que a  $V_{cmc}$  é pouco sensível (variação correspondente de  $\sim 2\%$ ) diante das alterações do valor de  $K_{ft}$ , pelo menos para uma variação de  $\pm 10\%$  deste parâmetro.

Para uma variação de  $\pm 10\%$  do valor da soma dos salários, ( $S_h + S_m$ ) (Tabela 2 e Figura 2), observa-se que a  $V_{cmc}$  também apresenta pouca variação, em torno de 2%.

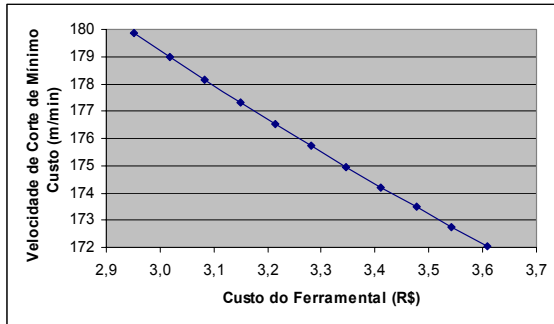


Figura 1. Gráfico referente à Tabela 1

Tabela 1. Variação do  $K_{ft}$

$K_{ft}$	%	$V_{cmc}$	%
2,95	- 10,00	179,88	+ 2,36
3,02	- 8,00	179,01	+ 1,86
3,08	- 6,00	178,16	+ 1,38
3,15	- 4,00	177,33	+ 0,91
3,21	- 2,00	176,53	+ 0,45
3,28	0,00	175,74	0,00
3,35	+ 2,00	174,97	- 0,44
3,41	+ 4,00	174,21	- 0,87
3,48	+ 6,00	173,47	- 1,29
3,54	+ 8,00	172,75	- 1,70
3,61	+ 10,00	172,05	- 2,10

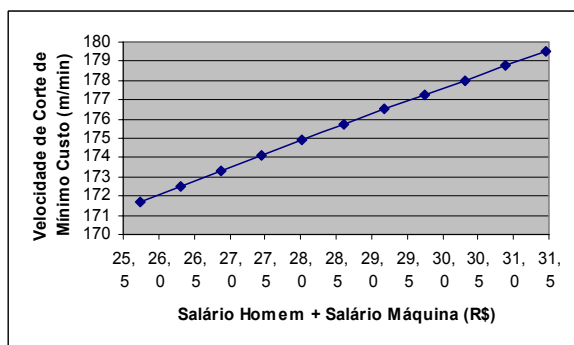


Figura 2. Gráfico referente à Tabela 2

Tabela 2. Variação da soma ( $S_h + S_m$ )

( $S_h + S_m$ )	%	$V_{cmc}$	%
25,74	- 10,0	171,66	+ 2,36
26,31	- 8,0	172,51	+ 1,86
26,88	- 6,0	173,34	+ 1,38
27,46	- 4,0	174,15	+ 0,91
28,03	- 2,0	174,95	+ 0,45
28,60	0,0	175,74	0,00
29,17	+ 2,0	176,51	- 0,44
29,74	+ 4,0	177,27	- 0,87
30,32	+ 6,0	178,02	- 1,29
30,89	+ 8,0	178,76	- 1,70
31,46	+ 10,0	179,48	- 2,10

Após analisar o comportamento da  $V_{cmc}$  em função da alteração dos valores dos custos envolvidos, foi verificada a influência do  $t_{ft}$ .

Para isto, variou-se também o valor inicial do  $t_{ft}$  em  $\pm 10\%$  e os outros valores foram mantidos inalterados. Os resultados estão descritos na Tabela 3, cujo gráfico é representado pela Figura 3.

Com base nos resultados descritos na Tabela 3, é possível verificar que a  $V_{cmc}$  também apresenta uma variação em torno de 2%, para variação de  $\pm 10\%$  no  $t_{ft}$ .

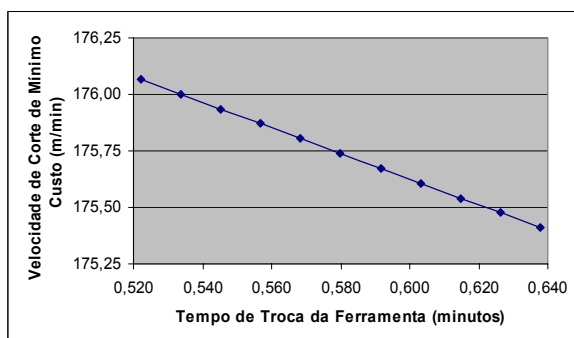


Figura 3. Gráfico referente à Tabela 3

Tabela 3. Variação da  $V_{cmc}$  em função do  $t_{ft}$

$t_{ft}$	%	$V_{cmc}$	%
0,52	- 10,00	176,07	+ 2,36
0,53	- 8,00	176,00	+ 1,86
0,55	- 6,00	175,94	+ 1,38
0,56	- 4,00	175,87	+ 0,91
0,57	- 2,00	175,80	+ 0,45
0,58	0,00	175,74	0,00
0,59	+ 2,00	175,67	- 0,44
0,60	+ 4,00	175,61	- 0,87
0,61	+ 6,00	175,54	- 1,29
0,63	+ 8,00	175,48	- 1,70
0,64	+ 10,00	175,41	- 2,10

Após as três análises realizadas até o momento, cabe ainda uma pergunta: O que pode ocorrer se os valores do  $K_{ft}$ , ( $S_h + S_m$ ) e  $t_{ft}$  forem alterados ao mesmo tempo?

As tabelas 4 e 5 foram elaboradas para auxiliar na resposta a esta pergunta.

Tabela 4. Comportamento da  $V_{cmc}$  em função de alterações nos valores do  $t_{ft}$ ,  $k_{ft}$  e  $(S_h + S_m)$ 

%	$t_{ft}$	$k_{ft}$	$(S_h+S_m)$	$V_{cmc}$	%
- 10,00	0,52	2,95	25,74	176,07	+ 0,19
- 8,00	0,53	3,02	26,31	176,00	+ 0,15
- 6,00	0,55	3,08	26,88	175,94	+ 0,11
- 4,00	0,56	3,15	27,46	175,87	+ 0,07
- 2,00	0,57	3,21	28,03	175,80	+ 0,04
0,00	0,58	3,28	28,60	175,74	0,00
+ 2,00	0,59	3,35	29,17	175,67	- 0,04
+ 4,00	0,60	3,41	29,74	175,61	- 0,07
+ 6,00	0,61	3,48	30,32	175,54	- 0,11
+ 8,00	0,63	3,54	30,89	175,48	- 0,15
+ 10,00	0,64	3,61	31,46	175,41	- 0,19

Tabela 5. Comportamento da  $V_{cmc}$  em função de alterações do  $t_{ft}$ ,  $k_{ft}$  e  $(S_h + S_m)$ 

$t_{ft}$	$(S_h+S_m)$	$k_{ft}$	$V_{cmc}$	%	$t_{ft}$	$(S_h+S_m)$	$k_{ft}$	$V_{cmc}$	%
0,52	25,74	2,95	176,07	+ 0,19	0,58	31,46	3,28	179,48	+ 2,13
0,52	25,74	3,28	171,95	- 2,15	0,58	31,46	3,61	175,74	0,00
0,52	28,60	2,95	180,25	+ 2,57	0,58	25,74	3,61	168,03	- 4,39
0,52	28,60	3,28	176,07	+ 0,19	0,58	31,46	2,95	183,67	+ 4,52
0,52	25,74	3,61	168,29	- 4,24	0,64	31,46	3,61	175,41	- 0,19
0,52	31,46	2,95	184,09	+ 4,75	0,64	25,74	3,61	167,77	- 4,53
0,52	31,46	3,61	176,07	+ 0,19	0,64	31,46	2,95	183,26	+ 4,28
0,52	28,60	3,61	172,34	- 1,93	0,64	25,74	2,95	175,41	- 0,19
0,52	31,46	3,28	179,85	+ 2,34	0,64	31,46	3,28	179,12	+ 1,92
0,58	28,60	3,28	175,74	0,00	0,64	28,60	3,61	171,75	- 2,27
0,58	25,74	3,28	171,66	- 2,32	0,64	28,60	3,28	175,41	- 0,19
0,58	28,60	2,95	179,88	+ 2,36	0,64	25,74	3,28	171,37	- 2,49
0,58	25,74	2,95	175,74	0,00	0,64	28,60	3,61	171,75	- 2,27
0,58	28,60	3,61	172,05	- 2,10					

Na Tabela 4 os valores de  $t_{ft}$ ,  $K_{ft}$  e  $(S_h + S_m)$  foram alterados simultaneamente e gradativamente em intervalos de  $\pm 2\%$  até que a diferença entre os extremos atingisse  $\pm 10\%$ . A Tabela 5 apresenta uma combinação aleatória entre os valores de  $t_{ft}$ ,  $K_{ft}$  e  $(S_h + S_m)$  utilizados no ensaio e os valores extremos apresentados na Tabela 4.

Ao analisar a Tabela 4 é possível perceber que a  $V_{cmc}$  tem comportamento praticamente estável ( $\pm 0,19\%$ ).

Na Tabela 5, entretanto, em que os valores máximos e mínimos de  $t_{ft}$ ,  $K_{ft}$  e  $(S_h + S_m)$  foram todos combinados entre si, é possível verificar que a  $V_{cmc}$  pode sofrer variações maiores, de até 4,75%, dependendo da combinação considerada.

### 3.4. Como a velocidade de máxima produção ( $V_{cmxp}$ ) pode alcançar valores muito altos, qual a relevância de seu cálculo se a mesma pode até ser maior que a velocidade máxima da máquina?

A  $V_{cmxp}$  não depende dos custos de fabricação, por este motivo, somente a influência do  $t_{ft}$  foi analisada.

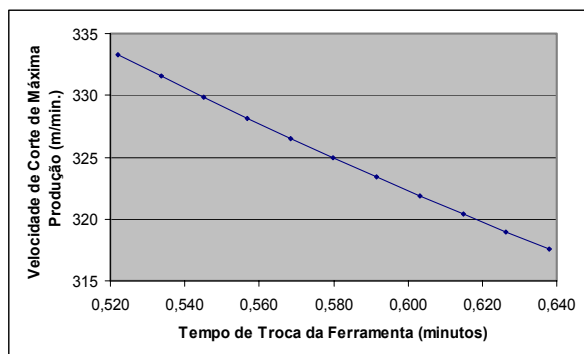


Figura 4. Gráfico referente à Tabela 6.

Tabela 6. Variação da  $V_{cmxp}$  em função do  $t_{ft}$ .

$t_{ft}$	%	$V_{cmxp}$	%
0,522	- 10,00	333,29	+ 1,03
0,534	- 8,00	331,53	+ 1,02
0,545	- 6,00	329,82	+ 1,02
0,557	- 4,00	328,16	+ 1,01
0,568	- 2,00	326,53	+ 0,49
0,580	0,00	324,95	0,00
0,592	+ 2,00	323,40	- 0,48
0,603	+ 4,00	321,90	- 0,94
0,615	+ 6,00	320,42	- 1,39
0,626	+ 8,00	318,99	- 1,83
0,638	+ 10,00	317,58	- 2,27

Para a situação analisada pode-se verificar que a  $V_{cmxp}$  sofre uma pequena alteração, em torno de 2%, quando o  $t_{ft}$  varia em  $\pm 10\%$ . Obviamente, caso o valor do  $t_{ft}$  sofra maiores reduções, podendo ocorrer situações em que ele venha a ser praticamente igual zero, o valor da  $V_{cmxp}$  tenderá a aumentar significativamente, podendo até ultrapassar o limite do sistema MFP. Neste caso, este limite passaria a determinar a condição de máxima produção. Este fato, aparentemente óbvio, é com muita frequência desconhecido do setor industrial produtivo, pois, é comum identificar-se condições operacionais com velocidades de corte sendo praticadas, muito abaixo da velocidade limite do sistema e, as vezes, inclusive, abaixo da velocidade de mínimo custo. A metodologia de otimização em análise, permite que tais equívocos sejam evitados e que pelo menos a produção possa ocorrer com velocidades de corte acima da velocidade de mínimo custo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise realizada, é possível apresentar as seguintes considerações finais:

- A metodologia não considera a possibilidade de extrapolações em nenhuma situação, pois, é baseada no monitoramento dos dados em planta fabril, para cada sistema MFP em processo de otimização;
- A velocidade de mínimo custo é pouco sensível às variações dos parâmetros de custos e do tempo de troca da aresta que contribuem para a sua determinação. Esta consideração vale para análise que ponderou tais influências combinadas ou não para um intervalo de variação de  $\pm 10\%$ .
- A velocidade de máxima produção mostrou-se pouco sensível frente à influência do único parâmetro envolvido em sua determinação (tempo de troca da aresta), para o mesmo intervalo de  $\pm 10\%$  deste parâmetro.
- A metodologia de otimização e sua informatização continua sendo implementada pela equipe a que pertencem os autores, sendo que as questões e críticas até o momento informadas foram analisadas e receberam considerações que reafirmam sua validade de aplicação na prática.
- Independente da análise realizada neste trabalho é importante acrescentar que o apoio computacional existente hoje (MOS – Machining Optimization System), permite recalcular com rapidez novos valores de referência diante de mudanças que venham a ocorrer no sistema MFP.
- Outro aspecto que deve ser considerado é que a velocidade final nem sempre é exatamente igual a velocidade de referência e, portanto, definido o campo de trabalho ótimo da máquina (considera o conjunto das referências, restrições e cenário), nem sempre será necessário introduzir correções no seu valor, caso as variações dos fatores de influência não sejam significativas.

- Para situações típicas de contratos baseados em “preço fixo” a metodologia de otimização é bastante adequada, pois, nestes casos conhecer com bastante precisão o custo mínimo de produção por peça, pode significar um forte diferencial de competitividade.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Sandvik do Brasil Ltda e a FAPESP pelo apoio financeiro.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, G. A. Sistema de apoio à decisão na escolha de condições operacionais para processos de usinagem. São Paulo: DEM, EPUSP, 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Estadual de São Paulo, 1997. 148p.
- [2] BAPTISTA, E. A. Desenvolvimento de um sistema especialista para a otimização de processos de usinagem. Santa Bárbara d’Oeste: FEMP, UNIMEP, 2000. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2000, 196p.
- [3] BATOCCHIO, M. C. A. Desenvolvimento de um sistema especialista de usinagem. Campinas: FEM, UNICAMP, 1993. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1993, 141p.
- [4] COPPINI, N. L., BAPTISTA, E. A. Alternativas de otimização dos parâmetros de corte para cenários de fabricação em usinagem. In.: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18, Niterói, Anais... Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1998.
- [5] COPPINI, N. L., BERNARDO, V., MARCONDES, F. C. Determinação de condições otimizadas para usinagem dentro do conceito de fabricação flexível. In.: Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 13, Belo Horizonte, Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Ciências Mecânicas, 1995.
- [6] COPPINI, N. L., MALAQUIAS, J. C., MARCONDES, F. C. Otimização em usinagem, uma visão gerencial. In.: Congresso de Engenharia Mecânica – Norte-Nordeste, 6, João Pessoa, Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Ciências Mecânicas, 1998.
- [7] DINIZ, A. E., COPPINI, N. L., VILELLA, R. C., RODRIGUES, A. C. S. Otimização das condições de usinagem em células. Máquinas e Metais, São Paulo, n.281, p. 48-54, jun. 1989.
- [8] RIBEIRO, M. V. Otimização das condições de corte assistida por computador durante o desenvolvimento do processo. Campinas: FEM, UNICAMP, 1999. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1999. 143p.
- [9] RODRIGUES, A. C. S., DINIZ, A. E., COPPINI, N. L. Análise das condições operacionais visando a obtenção das condições de usinagem otimizadas. In.: Seminário de comando numérico no Brasil, 7, 1987, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade brasileira comando numérico, 1987.
- [10] PALLEROSI, C. A., COPPINI, N. L. Durabilidade de ferramentas de corte na usinagem dos metais. Metalurgia, São Paulo, n.215, p. 645-649, out. 1975.

[11] MALAQUIAS, J. C. Otimização e gerenciamento em usinagem para cenário de fabricação flexível. Santa Bárbara d'Oeste: FEMP, UNIMEP, 1999. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 1999, 115p.

## **MACHINING PROCESS OPTIMIZATION: ANALYSIS OF THE METHOD BASED ON REAL DATA OBTAINED FROM SHOP FLOOR**

**Nivaldo Lemos Coppini**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (FEAU-UNIMEP). Rod. Santa Bárbara d'Oeste – Iracemápolis, Km 1. CEP 13465-000 – Santa Bárbara d'Oeste. e-mail: ncoppini@unimep.br

**Elesandro Antonio Baptista**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (FEAU-UNIMEP). Rod. Santa Bárbara d'Oeste – Iracemápolis, Km 1. CEP 13465-000 – Santa Bárbara d'Oeste. e-mail: elesandro@elesandroab.eng.br

***Abstract.** The machining process optimization has received special attention from researches and engineers, to attend both the costs reduction and productivity increasement. Nowadays, this occurs mainly in function of the machining tasks subcontract, where a fixed cost is dealt for a specific lot of workpieces. Consequently, the machining process optimization is necessary to achieve the productivity increasement and making a profitable deal. One Methodology developed some years ago, which still receive improvements by researches, is based on process optimisation accomplished in shop floor, respecting both technical and economical constraints, using workpieces that are in manufacturing. This is necessary, once that the cutting data obtained from literature or in laboratory tests, which are defined in specific and ideal situations, rarely can be applied on real world followed by good results. When aided by computational systems, the cited optimization methodology allow understanding clearly its advantages and disadvantages, and also, awaked new debates by cientific communit, related with the costs values determinations and the manufacturing times requested during optimization. This work discuss about the cited optimization methodology, detailing the manufacturing times a costs values influention.*

**Keywords.** Machining, optimization, cutting parameter, maximum efficiency interval.