



SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE ASSISTIDO POR COMPUTADOR

Jefferson L. Nogueira¹, Marcos V. Ribeiro²

Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Departamento de Engenharia de Materiais

(1) cipo@ppgem.fauenquil.br (2) mvalerio@demar.fauenquil.br - Lorena/SP, Brasil

Resumo. Atualmente, a organização dos dados e informações nas indústrias têm uma grande importância, pois todos os processos são alimentados por estes dados. Através do uso de sistemas de banco de dados, estas informações podem ser usadas de uma forma mais adequada, possibilitando menor incidência de erros no processo bem como aliviando o sistema que utiliza arquivos de papel. Esta metodologia também pode ser usada como uma forma de auxiliar o planejamento de processo e promover a otimização das condições de corte. O ferramental pode representar um investimento significativo em sistemas com alto grau de automação, tanto no estágio de instalação quanto no dia-a-dia. Conseqüentemente, o planejamento e controle do fluxo de ferramentas é um fator que necessita ser considerado simultaneamente com o de trabalho. O sistema proposto, chamado de Sistema Automático de Gerenciamento de Ferramentas, é capaz de gravar e armazenar informações a respeito das ferramentas testadas; material das peças, geometria e dimensões; máquinas; fornecedores; localização e disponibilidade das ferramentas. O sistema também permite o armazenamento dos dados obtidos durante testes de usinagem para diferentes ferramentas e auxiliar a seleção da melhor. Parâmetros tecnológicos (vida da ferramenta, tempo de corte e qualidade da peça) e parâmetros de custo para a melhor ferramenta selecionada além de suas condições de corte podem ser igualmente armazenadas.

Palavras-chave: usinagem, banco de dados, ferramenta de corte, planejamento de processo.

1. INTRODUÇÃO

Nas empresas é cada vez mais comum a presença de máquinas CNC, que são sem dúvida muito mais flexíveis. Como conseqüência, aumenta o número de possíveis montagens de ferramentas, que aliado ao desenvolvimento de novos materiais e geometrias para as ferramentas, fazem com que aumente a quantidade de informações a ser manipulada pelo planejamento de processo.

As empresas que produzem peças por meio de usinagem, os fabricantes de ferramentas que desenvolvem processos de usinagem para seus clientes e as empresas que fornecem peças usinadas sob encomenda, todas têm em comum o fato de serem grandes geradoras de informações e dados acerca do processo de usinagem. Mas, na grande maioria dos casos essa memória ao invés de se transformar em uma vantagem estratégica é simplesmente esquecida

devido à inexistência de sistemas dedicados ao armazenamento e a manipulação do conjunto de dados e informações.

Um sistema para gerenciar ferramentas é essencialmente um banco de dados de ferramentas, organizado conforme o sistema de manufatura podendo, inclusive, interagir com os outros bancos do sistema, podendo assim ser utilizado no sentido de auxiliar o planejamento do processo e proporcionar meios para a otimização das condições de corte.

Ferramentas, dispositivos e fixações podem representar isoladamente pouco dinheiro, porém quando se trata de indústrias de grande porte, poderá ter seu custo aumentado, especialmente quando existir em almoxarifado, algo em torno de 100.000 ferramentas Picozzi (1990), por exemplo. A falta de um planejamento de ferramentas apropriado impede o fluxo contínuo da produção, podendo haver um aumento de filas e, também, problemas na programação da produção. Ferramentas erradas e duplicações desnecessárias representam grandes desperdícios.

De acordo com Eversheim et al. (1991) futuramente o uso economicamente eficiente das ferramentas tornar-se-á um fator de produção de extrema importância, garantindo ao mesmo tempo um alto nível de confiança e segurança no processo, onde o principal requisito é a utilização melhorada da tecnologia de ferramenta. Para esse fim, é necessário que a informação de corte atual esteja disponível no estágio de pré-produção. Isso permite melhorar o cálculo dos parâmetros de corte e melhorar a seleção da ferramenta segundo um ponto de vista tecnológico. O custo pode também ser reduzido pela diminuição do volume e da variedade de ferramentas utilizadas na companhia. Isso permite uma melhor avaliação das quantidades usadas efetivamente e as solicitadas.

Este trabalho tem por objetivo apresentar um sistema baseado em banco de dados capaz de prover meios para que as informações referentes às ferramentas como suas características e aplicações, assim como a sua localização e disponibilidade, possam ser recuperadas com facilidade e simplicidade, quando da sua utilização no planejamento do processo. O sistema está implementado em Visual-Basic® (ambiente Windows) a partir de bases de dados elaboradas através do Access®.

2. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE FERRAMENTAS

Em um ambiente tradicional de usinagem é a perícia do operador o fator determinante na garantia de que as ferramentas corretas foram usadas para cada operação. Este modelo de trabalho não é mais aceitável numa moderna oficina de usinagem equipada com máquinas CNC por diversas razões (Zhang e Hinduja 1995), das quais destacam-se:

- uma grande variedade e um grande número de ferramentas são usadas para usinar componentes em máquinas CNC e a tarefa de determinar o conjunto correto de ferramentas torna-se extremamente complicada para ser delegada para um operador da máquina;
- se a seleção de ferramentas é deixada para o operador, paradas de máquina devido ao uso incorreto ou indisponibilidade de ferramentas, tornam-se inevitáveis;
- devido ao alto custo das ferramentas, não é nada econômico permitir que ferramentas sejam guardadas individualmente em máquinas ferramentas quando não estão em uso.

Ainda segundo Zhang e Hinduja (1995), a tarefa de seleção de ferramentas não deve somente funcionar corretamente mais também otimizada, e isso é algo complexo. Ela requer o desenvolvimento de sofisticados programas que devem suportar bancos de dados que contêm informações sobre os recursos de usinagem e as práticas de usinagem específicas da companhia.

Por outro lado, a seleção de ferramentas pode ser claramente subdividida em três estágios. No primeiro, de acordo com Hinduja e Barrow (1993), a base de dados é pesquisada e é determinada uma lista de ferramentas que são praticáveis para a dada operação. No segundo estágio, o custo de usinagem de cada uma das ferramentas praticáveis é determinado. No terceiro estágio, o usuário seleciona uma ferramenta através da recomendação inteligente do sistema.

Uma função típica frequentemente presente na estrutura de um sistema CAPP é a seleção de ferramentas para cada operação de corte programada. Cada escolha é particularmente importante porque a ferramenta afeta a qualidade da superfície e o custo da operação. Segundo Guisti et al. (1986), este tópico não parece ter sido desenvolvido profundamente para ter uma seleção detalhada e otimizada de todas as características da ferramenta. De fato aqueles sistemas programados para esta seleção, levam em conta somente o problema da compatibilidade geométrica com a peça-obra e diferenças entre ferramentas de desbaste e acabamento. Sistemas computacionais podem ser úteis para seleção de ferramentas principalmente pelas seguintes razões:

- os fabricantes de ferramentas colocam no mercado muitos tipos de suportes e pastilhas, de modo que a escolha da melhor combinação de suporte-pastilha não é uma tarefa fácil e rápida;
- a produção de novas ferramentas (materiais e/ou geometrias) é praticamente contínua, de modo que o sistema para seleção automática de ferramenta deve ser capaz de ser frequentemente atualizado sem um especialista de *software*; e
- a seleção de ferramenta depende principalmente da experiência prática e normalmente o critério de escolha não pode ser obtido pelo conhecimento exato.

De acordo com Maropoulos e Gill (1995) a área geral de ferramentas abrange uma grande amplitude de tópicos especializados tais como otimização da usinagem, considerações de vida de ferramenta/desgaste, algoritmos para as técnicas de seleção de ferramenta para torneamento e fresamento, planejamento de processo e programação do fluxo de ferramentas/trabalho, entre outros. A grande maioria das pesquisas tem se concentrado em nestes aspectos da tecnologia de ferramentas, assim como no desenvolvimento de estratégia para sua integração. O fato da tecnologia de ferramentas ser particularmente complexa tem restringido muito qualquer tentativa séria no sentido de integrar os vários subsistemas especialistas.

A falta de um planejamento apropriado para o uso de ferramentas impede o fluxo contínuo da produção, podendo implicar em um aumento de filas e, também, problemas na programação da produção. Ferramentas erradas e duplicações desnecessárias representam grandes desperdícios (Chung 1991).

FMS atuais, cada vez mais são equipados com algum tipo de gerenciador de ferramenta. Além disso, simulações são desenvolvidas sobre o fluxo de ferramental antes do projeto de um sistema ser finalizado. A implementação do item de gerenciamento de ferramenta em FMS pode ser considerada cara, mas sua justificativa corresponde à mesma que a do FMS no geral: redução no tempo de *set-up*, alta utilização do fuso, e aumento da flexibilidade para lotes de tamanhos menores.

Somente se a instalação básica de produção recebe o ferramental especificado, com qualidade necessária e no tempo estabelecido, a linha pode funcionar sem paradas. Além do que, um sistema de controle de inventário é essencial para qualquer companhia que trabalhe com um grande número de ferramentas.

Sendo assim, o emprego de um sistema computacional especialista para o gerenciamento de ferramentas e congêneres deve assegurar que toda a informação relativa à atividade de fabricação, através de processos de usinagem, encontre-se disponível na forma de banco de

dados como meio facilitador da busca e identificação da informação necessária. Esse sistema segundo Boehs et al. (1997), deve prover além do armazenamento das informações, interações entre os diferentes tipos de dados, de forma a possibilitar a obtenção de informações destinadas ao ambiente fabril, permitindo orientar e dinamizar a fabricação de produtos.

Ainda segundo Boehs et al. (1997), a influência que um sistema especializado no gerenciamento de ferramentas exerce sobre a produção está fundamentada não somente na disponibilidade de informações centralizadas e rapidez nas consultas, mas também na confiabilidade que é proporcionada. A partir do momento em que se estabelece como padrão que somente dados fornecidos pelo sistema serão válidos, assegura-se a confiabilidade das informações.

3. SISTEMA PROPOSTO

O objetivo principal de um sistema de gerenciamento de ferramentas é assegurar a melhor disposição da ferramenta correta, no local correto e no tempo certo. Além disso os sistemas computadorizados de gerenciamento de ferramentas devem assegurar a flexibilidade, a segurança e a alta qualidade do ferramental no sistema de manufatura. Esse sistema deve prover além do armazenamento das informações, interações entre os diferentes tipos de dados, de forma a possibilitar a obtenção de informações destinadas ao ambiente fabril, permitindo orientar e dinamizar a fabricação de produtos.

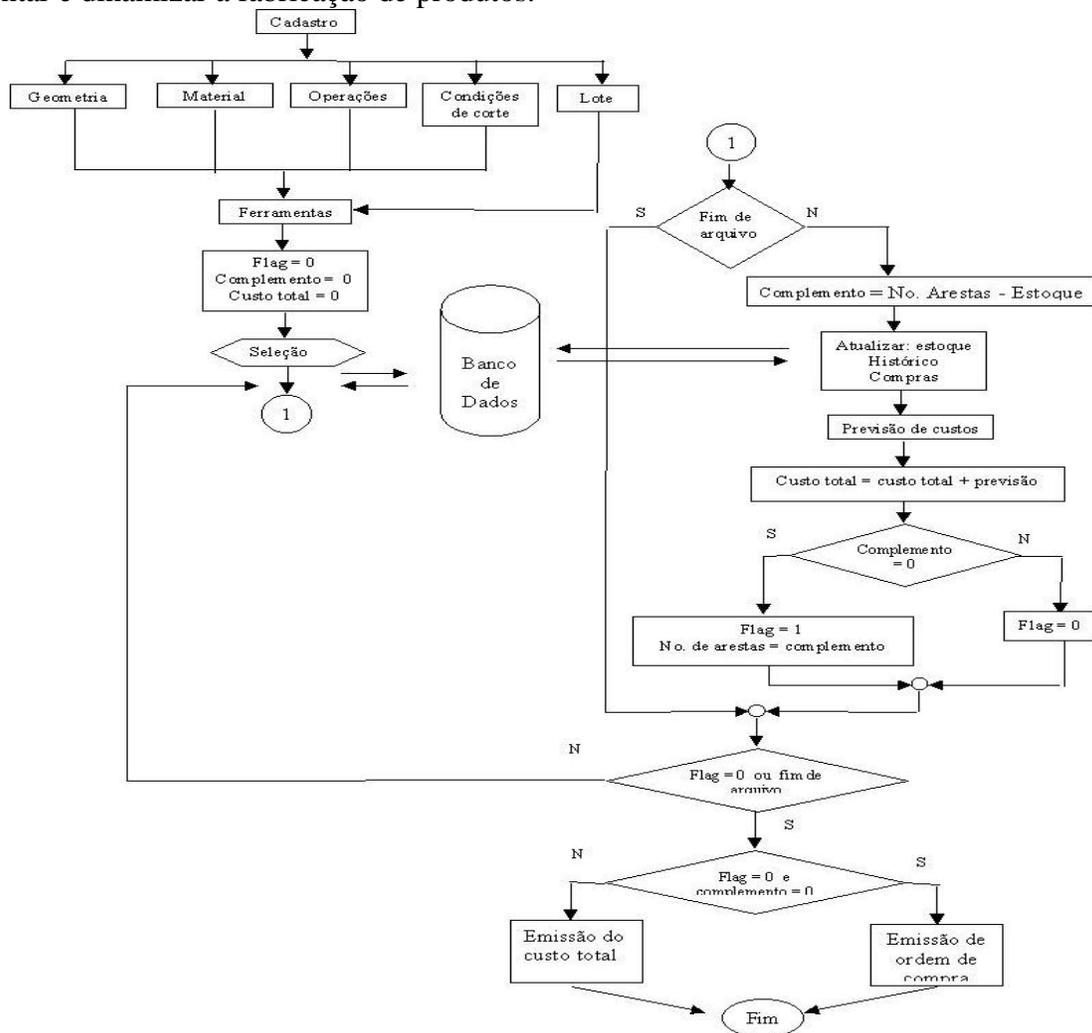


figura 1 – fluxograma esquemático do sistema ASTOM

O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de um sistema informatizado de apoio à usinagem, no sentido de promover o gerenciamento das ferramentas de usinagem bem como auxiliar na escolha ou seleção da ferramenta de corte. Para tanto, o sistema utilizará conceitos de otimização das condições de corte via máxima produção, previsão de vida da ferramenta (obtenção dos coeficientes x e K da equação de vida de Taylor (eq.1) em ambiente fabril) Ferraresi (1977) e conceitos de operação de corte equivalente (obtendo os valores de diâmetro e comprimento equivalentes para cada peça), possibilitando assim mais segurança ao sistema, pois garante o sigilo com relação à geometria das peças armazenadas na base de dados (Ribeiro et al. 2000). Na equação 1 v_c corresponde à velocidade de corte (m/min) e T é a vida da ferramenta em minutos.

$$k = T * v_c^X \quad (1)$$

O sistema está implementado em Visual-Basic® (ambiente Windows) a partir de bases de dados elaboradas através do Access®, e visa a execução das funções básicas de um sistema gerenciador de ferramentas (Nogueira e Ribeiro 2000), tais como:

- permitir a catalogação e posterior armazenamento dos registros das ferramentas;
- seleção das ferramentas a partir da geometria da peça, do seu material e finalidade de operação (acabamento, desbaste, etc.);
- determinação da quantidade de arestas necessárias para se confeccionar um lote de determinada peça (em função da previsão da vida da ferramenta); e
- formulação da política de compra e/ou eliminação de ferramentas do estoque em função dos dados armazenados no sistema e de uma análise estatística dos mesmos dados;

4. VISUALIZAÇÃO DO SISTEMA

Para melhor visualização do funcionamento do sistema serão apresentadas a seguir algumas telas do sistema, divididas em blocos de maneira a sintetizar ao máximo a sua apresentação sem contudo ocultar o seu potencial. Para se iniciar o sistema aciona-se a ícone do programa *ASTOM*. Ao se acionar qualquer ícone é apresentada a sua tela, onde são mostrados os diversos módulos de informação disponíveis, bem como as funções especiais (figura 2).



Figura 2 - Tela inicial das operações de cadastro do sistema

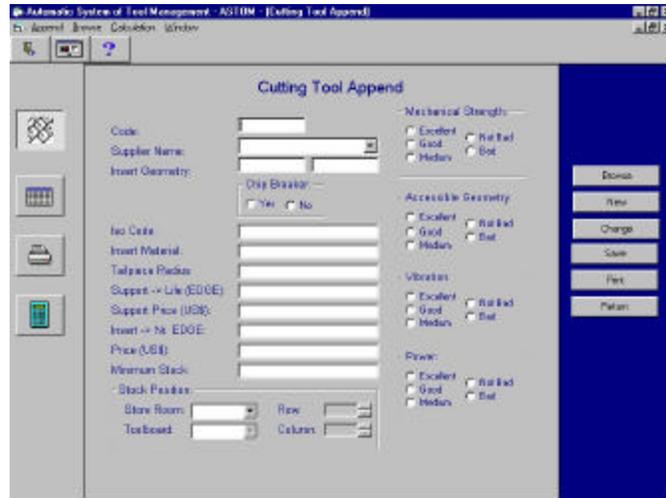


Figura 3 - Tela inicial da operação de cadastro de ferramentas



Figura 4 - Tela inicial da operação de cadastro de peças

Nas figuras 3 e 4 é possível visualizar as telas de cadastro para as bases de ferramenta e peça do sistema, telas estas que são ativadas a partir dos ícones da tela da figura 2. Quando se opta pelo cadastro de peças a primeira tela apresentada (figura 4), permite que se faça o cadastro da peça a ser fabricada caso ela ainda não tenha sido cadastrada. As características da peça são então requeridas, para que o sistema possa fornecer o código da peça.

As operações de consulta podem ser realizadas a partir da tela da figura 5 na qual é possível proceder a escolha do item a ser pesquisado a partir dos ícones.

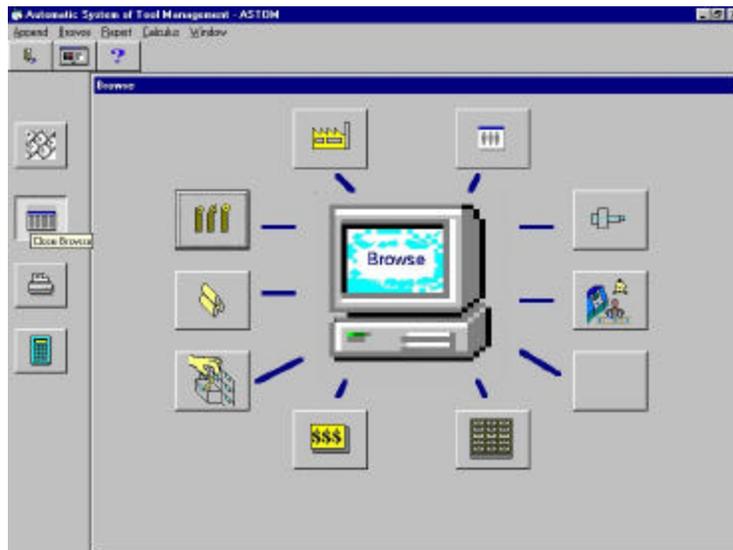


Figura 5 - Tela inicial das operações de consulta do sistema

Para se proceder a busca no sistema de dados já cadastrados (*registros históricos*) inicialmente o sistema solicita as informações necessárias para que possa percorrer os arquivos e encontrar uma peça idêntica ou similar à desejada. Estas informações são o nome da peça, o nome genérico do material, tratamento térmico do mesmo, comprimento e diâmetro de usinagem, conforme a tela da figura 5. Após a confirmação do desejo de recuperar as informações do ensaio encontrado, inicialmente algumas informações relativas a este ensaio são apresentadas. Caso a resposta do sistema seja composta por diversos registros em condição de satisfazer o código informado, todos os registros possíveis serão apresentados, um a um.

Através da operação *calculadora* (tela da figura 6), é possível se proceder alguns cálculos tais como os de custo, os de diâmetro equivalente, ou então cálculos estatísticos para validação do número de amostras necessárias para os ensaios, bem como fornecer novos elementos para a codificação das peças (baseada em tecnologia de grupo).

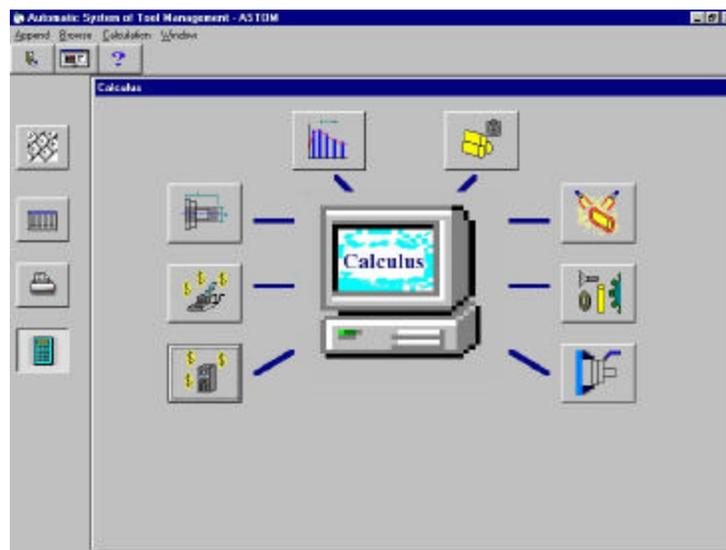


Figura 6 - Tela inicial das operações de *calculadora* do sistema

5. CONCLUSÕES

Atualmente, para as empresas de manufatura, as palavras de ordem são qualidade, produtividade e competitividade, mas não se pode esquecer que estas metas só são alcançadas mediante o cumprimento de um pré-requisito comum: a organização. Sem ela, por mais que os *softwares* e *hardwares* utilizados sejam de última geração e por mais automatizadas que sejam as máquinas, estes não irão apresentar os resultados esperados e muitas vezes nem chegam a justificar sua implantação, devido à melhoria nos índices do sistema ser mínima ou inexistente. O emprego de um sistema computacional especialista para o gerenciamento de ferramentas deve assegurar que toda a informação relativa à atividade de fabricação, através de processos de usinagem, encontre-se disponível na forma de banco de dados como meio facilitador da busca e identificação da informação necessária.

Pode-se esperar que com a utilização da metodologia de otimização apresentada, obtenha-se uma avaliação mais criteriosa do desempenho das ferramentas, pois as mesmas tendem a trabalhar em suas melhores faixas de utilização (máxima produção), permitindo assim uma comparação mais eficiente das mesmas. Isto possibilitará certamente, uma utilização muito mais racional dos recursos envolvidos, quais sejam: as ferramentas, as máquinas como também as informações a respeito das operações de usinagem.

Um dos principais objetivos do sistema *ASTOM* é auxiliar o processista nas suas funções, e isto será alcançado, pois ele disponibilizará de forma amigável, uma grande quantidade de informações úteis para o desenvolvimento das atividades relativas ao planejamento do processo de usinagem, além de propiciar uma metodologia prática para se fazer seleção de ferramentas e seu controle de estoque. Pode-se observar também que a eficiência com a qual o sistema poderá auxiliar ao processista em suas funções dependerá da extensão dos seus arquivos. Quanto mais informações registradas, maior a possibilidade de se encontrar a ferramenta apropriada para uma determinada situação, possibilitando se obter melhoria nos índices de produtividade do chão-de-fábrica

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio recebido do CNPq (auxílio financeiro), da FAPESP (recursos para o suporte de informática) e da Sandvik-Coromant do Brasil (suporte técnico).

REFERÊNCIAS

- Boehs, L., Stevan, M. S., Schmidt, M. A., 1997, Gerenciamento de Ferramentas e seus reflexos sobre a implantação de um Sistema da Qualidade baseado nas Normas ISO 9000, Anais do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Dezembro 8-12, Bauru/SP, CD-ROM.
- Chung, C. -H., 1991, Planning tool requirements for flexible manufacturing systems, Journal of Manufacturing Systems, vol. 10, n. 6, pp. 476-483.
- Eversheim, W., Marczynski, G., Cremer, R., 1991, Structured modeling of manufacturing process as NC-data preparation, Annals of the CIRP, vol. 1, n. 40, pp. 429-432.
- Giusti, F., Santochi, M., Dini, G., 1986, COATS: an Expert Module for Optimal Tool Selection, Annals of the CIRP, vol. 35, n. 1, pp. 337-340.
- Hinduja, S., Barrow, G., 1993, SITS - a semi-intelligent tool selection system for turned components, Annals of the CIRP, vol. 42, n. 1, pp. 535-539.
- Maropoulos, P. G., Gill, P. A. T., 1995, Intelligent tool selection for machining cylindrical components - Part 1: logic of the knowledge-based module, Proceedings of the

- Institution of Mechanical Engineers - Part B: Journal of Engineering Manufacture, vol. 209, pp. 173-182.
- Ribeiro, M.V, Nogueira, J.L, Coppini, N.L., 2000, Optimization of Cutting Conditions and Tool Selection Aided by Machining Database System, Proceedings of the 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, May 16-19, Canada, CD-ROM.
- Nogueira, J.L. Ribeiro, M.V., 2000, Gerenciador de Ferramentas: um Software de Apoio ao Planejamento de Processo, Anais do USINAGEM'2000, Setembro 19-21, São Paulo/SP, (in press).
- Zhang, J. H., Hinduja, S. 1995, Determination of the Optimum Tool Set for a Given Bath of Turned Components, Annals of the CIRP, vol. 44, n. 1, pp. 445-450.
- Ferraresi, D. *Fundamentos da Usinagem dos Metais*. 1^a ed.; São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1977.
- Picozzi, Dexter A. Computerized tool management. Tooling & Production, v.56, n.6, p.79-82, September 1990.

TOOL MANAGEMENT AIDED BY COMPUTER SYSTEM

Abstract. *Nowadays, the data and information organization in the manufacturing industries has a great importance since all the industrial process are supply by these data.. Throughout a database system, such information can be used in a more suitable way, giving accuracy to the process and saving paper work. This methodology can be also used as a way of aiding the process planning and to promote the optimization of the cutting conditions. Tooling can represent a significant investment, specially in highly automated systems, both at the facility stage and in day-to-day. Hence, the planning and control of tool flow is an important factor, and which needs to be considered concurrently with work flow. The proposed system is called Automatic System of Tool Management (ASTON). The system is able to record and store information relating to the tried tools (support and insert); workpieces material, geometry and dimensions; machine tool, suppliers and tools localization. In addition, this system allows to store the main data obtained during machining test for a cutting speed range and different tools to permit the selection of the best one. Technical parameters (tool life, cutting time and workpiece quality) and cost parameters for the best selected tool and its cutting condition are possible to be stored also.*

Keywords: *machining, database, cutting tool, process planning.*