

# AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS APLICADAS PARA MEDIR FERRAMENTAS DE CORTE UTILIZADAS NAS MÁQUINAS CNC

## **Claudimir José Rebeyka**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/DAMEC/NuFER  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901  
*claudimir@ensino.ms*

## **Neri Volpato**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/DAMEC/NuFER  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901  
*nvolpato@cefetpr.br*

## **Dalberto Dias da Costa**

Universidade Federal do Paraná – PGMEC / DEMEC  
Centro Politécnico Bloco IV, sala 7-14, Caixa Postal 19.011, Curitiba – PR, CEP 81531-980  
*dalberto@demec.ufpr.br*

***Resumo.** A etapa de preparação de ferramentas de corte para as máquinas comandadas numericamente (CNC) apresenta problemas referentes à flexibilidade e integração ao sistema de manufatura, principalmente no que se refere à medição e às formas de envio das informações das ferramentas ao comando numérico. Este trabalho tem o objetivo de levantar as formas de medição das ferramentas utilizadas em máquinas CNC, avaliando as suas características relacionadas às limitações para integração no sistema da manufatura. Um levantamento das formas de medir foi realizado nas empresas da região de Curitiba-PR objetivando mapear um quadro local para este tema. Os resultados desta pesquisa mostram que nenhuma das técnicas encontradas está devidamente integrada ao sistema de manufatura.*

***Palavras-chave:** ferramentas, medição de ferramentas, integração, CNC, presetter*

## **1. INTRODUÇÃO**

O aumento da flexibilidade dos processos de usinagem é observado como uma das contribuições mais significativas da tecnologia CNC (Comando Numérico Computadorizado). Além disso, tal tecnologia é considerada como facilitadora para a integração em determinados sistemas de manufatura. Entretanto, máquinas-ferramenta equipadas com CNC ainda apresentam deficiências nos quesitos flexibilidade e integração, permanecendo muitas vezes isoladas no sistema da manufatura. As técnicas utilizadas para medir as ferramentas a serem utilizadas nas máquinas CNC contribuem para esta falta de integração.

O posicionamento das ferramentas em relação ao sistema de coordenadas da máquina é tarefa que, na maioria dos casos, ainda depende da intervenção humana. A execução dessa tarefa, condicionada à existência de outros recursos, humanos e materiais, implica na redução da flexibilidade e dificulta, pelo aumento do volume de informações, a integração.

O objetivo deste trabalho é levantar as técnicas aplicadas para medir ferramentas utilizadas nas máquinas CNC, comparar o tempo gasto para que a máquina CNC receba as informações dimensionais das ferramentas nas diferentes técnicas e levantar o investimento de implementação. Para isto, foi realizada uma pesquisa nas empresas da região de Curitiba.

## 2. TÉCNICAS DE MEDIR FERRAMENTAS PARA MÁQUINAS CNC

Segundo Kief e Waters<sup>(1)</sup>, o propósito da medição de ferramentas é a localização precisa da aresta de corte em relação a um ponto de referência no corpo da ferramenta, e existem diferentes formas de realizar esta medição. A seguir são apresentadas as formas de medição de ferramentas de corte utilizadas nas máquinas CNC encontradas na literatura.

### 2.1. Medição Através de Usinagem Experimental

Segundo Simon *et al*<sup>(2)</sup>, uma das formas utilizadas para medição de ferramentas das máquinas CNC é a usinagem experimental, com posterior medição da peça e correção dos dados de ferramenta.

### 2.2. Medição Manual Direta na Máquina CNC

Outra forma simples de medição do comprimento das ferramentas é a utilização do próprio CNC para cálculo do comprimento (Figura 1a). Para isto, de acordo com Romi<sup>(3)</sup> basta encostar a aresta da ferramenta em uma superfície de referência da peça ou da máquina.

### 2.3. Medição com DMI

Algumas máquinas CNC aceitam a instalação de DMI's (Dispositivos de Medição Incorporados) para medição de ferramentas<sup>(4)</sup>. Estas máquinas necessitam de funções específicas no CNC para interpretação destes dados. O dispositivo de medição é local e serve apenas à máquina que o contém. A Figura 1b contém um exemplo de DMI's para fresadora.

### 2.4. Medição em MMF

Uma das formas de medição de ferramentas em empresas que usam a tecnologia CNC é o uso das MMF (Máquinas de Medir Ferramentas), também chamadas de *presetters*<sup>(5)</sup>. (Figura 1c). Estas máquinas podem ser isoladas ou integradas ao sistema de manufatura.

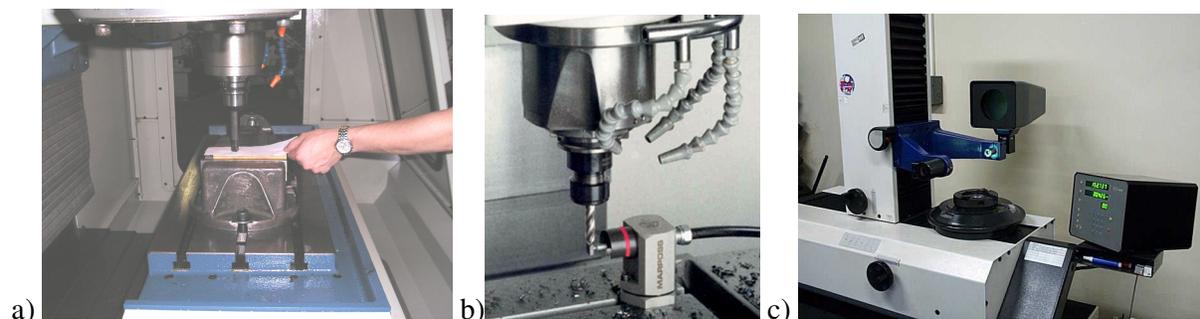


Figura 1. Técnicas para medir ferramentas para máquinas CNC

a) Medição manual direta na máquina CNC; b) DMI's – Dispositivo de medição incorporado à máquina CNC, Marposs<sup>(4)</sup>; c) MMF - Máquina de medir ferramentas, Zoller<sup>(5)</sup>

## 3. LEVANTAMENTO DAS TÉCNICAS DE MEDIR NAS EMPRESAS DE CURITIBA

### 3.1. Metodologia

A partir das técnicas de medição encontradas na literatura, por exemplo, Kief e Waters<sup>(1)</sup>, Simon<sup>(2)</sup>, Hanson<sup>(6)</sup>, McCarthy<sup>(7)</sup>, foi elaborado um questionário contendo os seguintes tópicos: identificação da empresa (razão social, endereço e contato); tipo de sistema de produção; quantidade e tipos de máquinas-ferramentas equipadas com CNC; tipos de CNC (fabricante e versão); técnicas de medição de ferramentas; disponibilidade de MMF's. Todas as questões foram respondidas *in loco* em 27 empresas localizadas na região metropolitana da cidade de Curitiba-PR. A seleção das empresas teve como ponto de partida algumas bases de dados já existentes sobre a região (Sindimetal<sup>(8)</sup>, Usidados<sup>(9)</sup> e Fiep<sup>(10)</sup>).

O critério fundamental para seleção das empresas, após consulta às referidas bases, foi a existência de pelo menos uma máquina CNC. As visitas foram realizadas no período de 20/03/2004 até 16/07/2004. As entrevistas duraram em média 2 horas para cada empresa.

O tempo para o controle CNC receber as informações da medição de ferramentas nas formas observadas foi cronometrado em algumas empresas. Para isto foram selecionados, aleatoriamente, dois operadores em cada empresa, que mediram quatro tipos de ferramentas selecionadas, a saber: broca, fresa de topo, cabeçote de fresar e barra de mandrilar. Foi criada uma planilha e foi efetuada uma tomada de tempo para cada ferramenta. O tempo para medição realizada na máquina CNC utilizando o método manual (seção 2.2) foi cronometrado em quatro empresas. O tempo de medição utilizando DMI's (seção 2.3) foi cronometrado em duas empresas. Os tempos para digitação dos dados das ferramentas medidas em MMF's isoladas (seção 2.4) foram cronometrados em três empresas. Não foi cronometrado o tempo de medição através de usinagem experimental (seção 2.1).

Adicionalmente, foram solicitados orçamentos para implementação das técnicas de medição através de DMI (seção 2.3) e MMF (seção 2.4).

### 3.2. Resultados

As formas de medição de ferramentas encontradas são apresentadas graficamente na Figura 5. É possível observar que a utilização do próprio CNC para fazer a medição das ferramentas (seções 2.1 e 2.2) representa a maior parte dos casos, com 52% de ocorrência (14 empresas). Já a medição com DMI's (seção 2.3) apresentou a menor ocorrência, com 15% das empresas (3 empresas). Foram identificadas 19 MMF's distribuídas em 10 empresas, que representam 37% das empresas visitadas. Algumas empresas apresentaram mais de uma forma de medição, sendo considerada no gráfico da Figura 2 somente a forma predominante.

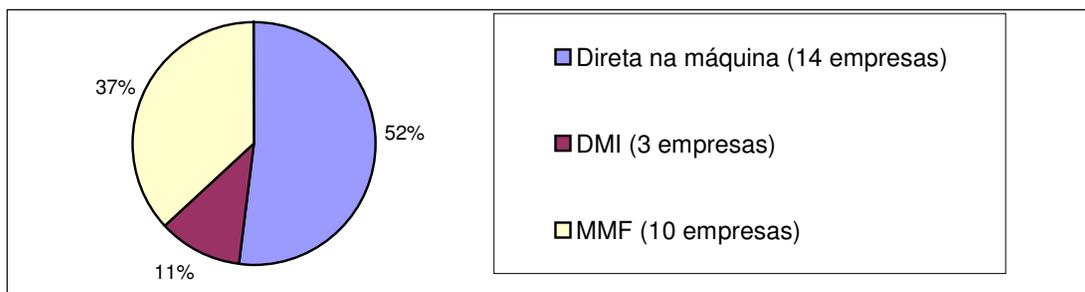


Figura 2. Ocorrência das técnicas de medição de ferramentas nas empresas

As técnicas de medir ferramentas observadas estão relacionadas com o número de máquinas CNC e o tipo de produção das empresas visitadas na Tabela 1. Esta tabela também apresenta uma estimativa dos custos adicionais para implementação da tecnologia de medição de ferramentas. Esta estimativa foi obtida através da média de orçamentos solicitados às empresas fornecedoras. Foram recebidos três orçamentos de MMF's e dois orçamentos de DMI's para medição de ferramentas.

Tabela 1 – Técnicas de medição de ferramentas X Número de máquinas CNC

Técnica de medição	Número de máquinas (N)	Tipo de produção	Ordem de custo para implementação (US\$)
Manual	$N \leq 5$	Prestação de serviços e/ou ferramentarias	0
DMI	$5 < N < 13$	Produto próprio em pequenos lotes	3000
MMF	$5 < N < 100$	Produto próprio em pequenos e/ou grandes lotes	20000

Os tempos médios para que o CNC receba as informações dimensionais das ferramentas, em segundos, são apresentados na Tabela 2. O método manual e o com auxílio do DMI são considerados o tempo de medição da ferramenta na máquina CNC. Já no método MMF, é considerado somente o tempo de digitação dos dados das ferramentas no painel da máquina.

Tabela 2 – Tempo médio em segundos para a máquina CNC receber as medidas das ferramentas

Tipo da ferramenta	Métodos de medição das ferramentas		
	Manual	DMI	MMF
Broca	25 s	20 s	5 s
Fresa de topo	30 s	20 s	5 s
Cabeçote de fresar	35 s	25 s	5 s
Barra de mandrilar	35 s	32 s	6 s

#### 4. DISCUSSÕES

As medições de ferramentas efetuadas diretamente na máquina CNC dispensam a necessidade de transferência de dados, pois o próprio comando disponibiliza função específica de memorização dos comprimentos da ferramenta. Já em medições de ferramentas executadas fora da máquina CNC, é necessária uma forma de transferência de dados para o comando.

As técnicas manuais de medição de ferramentas (seção 2.1 e 2.2) apresentaram a menor flexibilidade dentre os métodos analisados, visto que as mesmas implicam no maior tempo de ajuste da máquina para produção, apresentam necessidade de mão-de-obra qualificada e apresentam limitações para a medição do diâmetro para algumas ferramentas. A aplicação de usinagem experimental (seção 2.1) foi observada somente em máquinas que não utilizam suportes intercambiáveis para fixação das ferramentas. O método de medição com DMI's (seção 2.3) mostrou-se de pouca flexibilidade, pois implica em tempo adicional para preparação da máquina e necessita também de mão-de-obra qualificada, ou seja, operadores devidamente treinados para executar esta atividade.

Os métodos de medição de ferramentas com o uso das MMF's (seção 2.4) podem ser considerados os mais flexíveis, pois eles contribuem com a menor interferência no tempo de preparação da máquina, possibilitando operadores da máquina CNC com menor qualificação e possibilitando a medição de maior diversidade de dimensões das ferramentas.

Foram observadas algumas limitações no uso das MMF's, em relação ao tamanho das ferramentas e a necessidade de suportes intercambiáveis para montagem. Para ferramentas muito grandes ou que sejam fixadas diretamente no corpo da máquina (a exemplo de alguns tornos), somente é possível a medição direta através do CNC (seções 2.1, 2.2 e 2.3).

#### 6. CONCLUSÕES

A técnica de medição manual direta na máquina CNC (seção 2.2) é a mais utilizada e não apresenta investimento adicional para implementação, entretanto necessita de mão-de-obra qualificada e o seu principal problema é o tempo gasto para a medição. Se, por exemplo, forem feitas 36 substituições de ferramentas por dia em cada máquina, considerando uma empresa com 3 máquinas CNC, resultaria em aproximadamente 54 minutos por dia de trabalho, ou seja, cerca de 180 horas por ano de tempo improdutivo, dedicados somente para medição das ferramentas.

A utilização de DMI's (seção 2.3) é a menos utilizada e apresenta investimento adicional relativamente baixo. Apresenta alto custo de manutenção visto que o DMI serve somente à máquina que o contém, e o seu uso implica em necessidade de mão-de-obra especializada. O tempo utilizado para medição de ferramentas é bastante próximo do tempo utilizado na técnica de medição manual.

Sua aplicação é recomendada, portanto, para empresas que tenham pequeno número de máquinas CNC, grande diversificações de produtos e pequenos lotes de peças.

O uso das MMF's (seção 2.4) apresenta o maior investimento adicional, mas por outro lado reduz significativamente o tempo de preparação da máquina e elimina a necessidade de mão-de-obra qualificada para medição de ferramentas direta na máquina CNC. Seu uso torna-se recomendado para empresas que tenham grande número de máquinas CNC, pequena diversificação de produtos ou grandes lotes de peças.

Considerando as definições da literatura, o método de medição mais flexível e integrado seria o uso de MMF's integradas ao sistema de manufatura, que não foi observado nas empresas visitadas.

Para empresas que utilizam técnicas de medição manual e/ou com o auxílio de DMI's, a alternativa recomendada para redução do tempo de medição pode ser associada ao treinamento dos operadores. Para empresas que utilizem a técnica de medição com auxílio das MMF's isoladas pode ser criado um programa de baixo custo que faça a integração das mesmas aos CNC, conforme citado por Volpato *et al*<sup>(11)</sup>. Estas soluções podem aumentar a flexibilidade e integração da empresa.

## 7. REFERÊNCIAS

1. KIEF, H. B. and WATERS, T. F. **Computer numerical control**, Macmillan/Mc Graw-Hill, 1992.
2. SIMON, A. T., MAESTRELLI, N. C., AGOSTINHO, O. L. Influência das Técnicas de Pré-ajustagem de Ferramentas na Utilização de Tecnologia CNC no Brasil. **Revista Máquinas e Metais**. Aranda Editora, São Paulo, n. 434 –. Dezembro 2002
3. ROMI. **Manual de programação e operação CNC MACH9 MP**. São Paulo, 1995. 185p.
4. MARPOSS. **Touch Probes for Toll Check**. Disponível em, [http://www.midaprobing.com/A90\\_en.htm](http://www.midaprobing.com/A90_en.htm). Acesso em 03 de fevereiro de 2004.
5. ZOLLER. **Operation manual – Vertical adjusting and measuring device**, Freiberg/Neckar, E. ZOLLER GmbH + CoKG, 1995.
6. HANSON, K. Ready, Preset, Go – What You Need to Know Before Setting Tools Offline, **Cutting Tool Engineering Magazine**, v. 51, n. 4, June 1999.
7. McCARTHY, R. Presetters Produce Profit. **Cutting Tool Engineering Magazine**. v. 48, n. 5, August 1996.
8. SINDIMETAL. Sindicato das indústrias metalúrgicas, mecânicas e de material elétrico do estado do Paraná. **Empresas associadas**. Disponível em <http://www.sindimetal.com.br>. Acesso em: 19 de março de 2004.
9. USIDADOS. Rede usidados Paraná. **Prestadores de serviços**. Disponível em <http://www.usidados.com.br>. Acesso em 19 de março de 2004.
10. FIEP. Federação das Industrias do Estado do Paraná. **Cadastro das Indústrias**. Curitiba, Ed. Brasileira de guias especiais, 2004.
11. VOLPATO, N., REBEYKA, C. J., COSTA, D. D. da, Integração de Máquinas de Medição de Ferramentas com Máquinas CNC. **Anais do III Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM**. Belém - PA, v.1, 2004, CD-ROM.

# EVALUATION OF THE TOOL MEASURING TECHNIQUES FOR CNC MACHINES

## **Claudimir José Rebeyka**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/DAMEC/NuFER  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901  
*claudimir@ensino.ms*

## **Neri Volpato**

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – PPGEM/DAMEC/NuFER  
Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba – PR, CEP 80230-901  
*nvolpato@cefetpr.br*

## **Dalberto Dias da Costa**

Universidade Federal do Paraná – PGMEC / DEMEC  
Centro Politécnico Bloco IV, sala 7-14, Curitiba – PR, CEP 81531-980  
*dalberto@demec.ufpr.br*

***Abstract.** Tool setting for NC machines normally convey to flexibility and manufacturing integration problems. Specially for tool measuring methods and data transfer. The purpose of this work is to survey the current methods applied in tool setting, and to analyze their impact on manufacturing flexibility and integration. A sample of metalworking companies, located at Curitiba City, were surveyed. The tool setting techniques were ranked and tool measurement and data transfer times were taken. The results that none of the measuring techniques observed is properly integrated in the manufacturing system.*

***Keywords:** Tools, tool measuring, integration, CNC, presseter.*