

**MANUAL DE ABORDAGENS E
CUIDADOS PREVENTIVOS**

MÁQUINAS-FERRAMENTA CNC

T42828A

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | Introdução | iii |
| 2 | Alimentação elétrica | 1 |
| 2.1 | Variação de tensão | 1 |
| 2.2 | Acréscimo de carga na rede de alimentação da máquina | 1 |
| 3 | Aterramento | 2 |
| 3.1 | Verificação periódica da resistência | 2 |
| 4 | Ar comprimido | 3 |
| 4.1 | Unidade de conservação | 3 |
| 4.2 | Verificação dos silenciadores das válvulas | 5 |
| 4.2.1 | Ajuste de pressão | 5 |
| 4.2.2 | Drenagem de condensações | 6 |
| 4.2.3 | Lubrificador ou vaporizador | 6 |
| 4.2.4 | Abastecimento e regulação do lubrificador | 6 |
| 4.2.5 | Filtros e purgadores | 7 |
| 4.2.6 | Drenagem da condensação no compressor | 8 |
| 5 | Fluidos | 8 |
| 5.1 | Unidade de lubrificação | 8 |
| 5.2 | Filtros | 9 |
| 5.3 | Tipos de óleo | 9 |
| 5.4 | Contaminação no tanque da unidade de lubrificação | 9 |
| | Unidade de arrefecimento do cabeçote | 10 |
| 6 | Unidade de refrigeração de corte | 10 |
| 6.1 | Concentração | 11 |
| 6.2 | PH | 11 |
| 6.3 | Pureza (Bactericidas, biocidas) | 11 |
| 6.4 | Volume e limpeza | 12 |
| 6.5 | Unidade de filtragem | 12 |
| 6.6 | Verificação do “skimmer” | 13 |
| 7 | Limpeza e conservação | 13 |
| 7.1 | Filtros de ar de gabinetes elétricos | 13 |
| 7.2 | Áreas de tomada de ar para ventilação de motores | 14 |
| 7.3 | Raspadores | 14 |
| | Proteções telescópicas | 15 |
| 7.5 | Lubrificação de placas e pinças | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 7.6 Limpeza das garras e copos do T.A.F..... | 16 |
| Correias | 16 |
| 8 Atitudes preventivas..... | 17 |
| 8.1 Deslocamentos sobre guias sujas e não lubrificadas | 17 |
| 8.2 Shanks sujos ou deformados..... | 18 |
| 8.3 Peças de grande área e longo tempo sobre a mesa (Centros de Usin.)..... | 18 |
| 8.4 Excesso ou falta de aperto em ferramentas nas torres (Tornos)..... | 19 |
| 8.5 Fixação de pastilhas nas ferramentas (Tornos e Centros Usin.)..... | 20 |
| 8.6 Identificar ruídos e temperaturas anormais | 21 |
| 8.7 Identificar vazamentos e/ou consumo excessivo de óleos/fluidos | 21 |
| 8.8 Medidas preventivas para longos períodos de inatividade..... | 21 |
| 9 Atividades inerentes ao processo | 22 |
| 9.1 Movimentações de peças pesadas | 22 |
| 9.2 Regulagem de sensores | 23 |
| 9.2.1 Placas (O que não se deve fazer)..... | 23 |
| 9.2.2 Regulagem de sapatas de apoio em placas pneumáticas | 24 |
| 9.2.3 Contraponto ou cabeçote móvel..... | 24 |
| 9.3 Fixação de dispositivos e peças sobre a mesa (Centros Usin.) | 25 |
| 9.4 Fixação de peças em placas..... | 26 |
| 9.4.1 Preparação de castanhas moles..... | 26 |
| 9.4.2 Pressão de trabalho..... | 27 |
| 9.4.3 Orientações sobre a pressão mínima..... | 27 |
| 10 Geometria | 28 |
| 10.1 Nivelamento | 28 |
| 10.2 Alinhamento do cabeçote fixo..... | 28 |
| 10.3 Alinhamento do cabeçote móvel..... | 28 |
| 11 Segurança | 30 |
| 11.1 Trava elétrica | 30 |
| 11.2 Sensores de portas laterais..... | 30 |
| 11.3 Porta automática | 31 |
| 11.4 Teste de programas (plotter) e primeira usinagem..... | 31 |

1 Introdução

O material contido nesse manual foi especialmente concebido para o profissional cuja função seja produzir peças usinadas em uma máquina-ferramenta ROMI. Considerado como um agente qualificado para as diversas tarefas inerentes a operação segura e produtiva de um equipamento de alta concentração tecnológica cabe-lhe igualmente contribuir preventivamente para a perenidade do bom funcionamento da máquina. Portanto esse manual, longe de substituir a experiência consolidada dos profissionais diretamente ligados à esses equipamentos, ou esgotar o tema, destina-se a fortalecer, reciclar ou enriquecer o patrimônio de conhecimentos técnicos relacionados à operação das máquinas-ferramenta CNC. Esperamos que todo o seu conteúdo seja lido e estudado, mas principalmente aplicado no seu dia-a-dia de forma a favorecer a produtividade e bom funcionamento do equipamento de forma continuada.

Cordialmente,

Indústrias Romi S.A.



ATENÇÃO

Este manual não substitui em nenhuma hipótese os manuais específicos da sua máquina ferramenta CNC Romi. Para informações ao usuário, orientações de programação, operação e manutenção recomendamos cuidadosa verificação nos referidos manuais.

2 Alimentação elétrica

Providenciar um ramal elétrico individual para cada máquina CNC. Observar no manual do equipamento os dados elétricos como bitola de cabos e fusíveis a serem usados. A capacidade de energia elétrica da rede deve ser suficiente para atender a demanda da Máquina-ferramenta CNC (MFCNC) em potência máxima, pois poderá ocorrer mau funcionamento do equipamento e incêndio na instalação elétrica.

2.1 Variação de tensão

Para uma verificação simples da variação da tensão pode se observar se a luminosidade de lâmpadas da fábrica oscila quando algum equipamento é ligado. Deve-se verificar também possível aquecimento dos cabos de alimentação especialmente próximo aos bornes de conexão. A variação de tensão máxima permitida é de +/- 10%, em relação à tensão nominal da rede. **Cuidado:** Se a verificação feita com multímetro simples indicar tensão próxima ao limite tolerado, convém examinar com equipamento mais preciso ou acionar a concessionária de energia elétrica devido à imprecisão do aparelho. A figura 1 ilustra a conexão da alimentação elétrica que deve ser feita com um terminal apropriado e com a bitola recomendada para os cabos. Recomenda-se também medir o equilíbrio de corrente nas fases R, S e T.



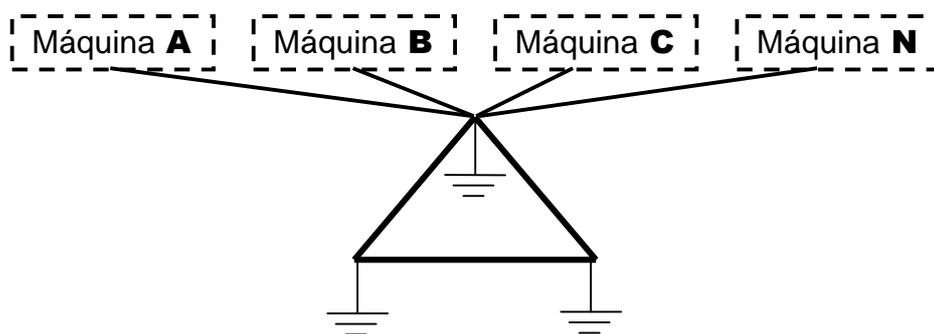
Figura 1

2.2 Acréscimo de carga na rede de alimentação da máquina

Geralmente uma rede que sai do quadro principal para alimentar diversos equipamentos elétricos, entre eles uma MFCNC, conta com folga no dimensionamento para receber novas cargas. Contudo ao acrescentar nova carga elétrica nessa rede, deve-se considerar o valor total das cargas instaladas em potência máxima e substituir os cabos de alimentação a fim de suprir adequadamente energia para todos os equipamentos mantendo inclusive a margem de segurança.

3 Aterramento

O aterramento deve ser exclusivo e independente e o mais próximo possível para as MFCNC observando a resistência menor ou igual a 5 (cinco)ohms. Deve ser construído conforme as especificações do Manual de Providências Iniciais (MPI) do equipamento sob pena de expor a MFCNC e especialmente a segurança do operador a graves riscos. O esquema abaixo poderá ser usado para aterramento de diversas MFCNC.



Esquema admissível para aterramento de várias MFCNC

3.1 Verificação periódica da resistência

Aterramento se relaciona à segurança e funcionalidade do equipamento e, principalmente, à segurança do ser humano que o opera. Deve-se, portanto, atentar para a sua manutenção a fim de mantê-lo em perfeitas condições, pois nunca se sabe quando ele será solicitado a proteger a vida, porém, quando for, deverá cumprir adequadamente a sua função. Deve se considerar que as conexões sofrem oxidação, ou podem afrouxar ao longo do tempo, bem como os eletrodos se degradam além da resistividade do solo também se modificar. Portanto é imprescindível verificar periodicamente a resistência do aterramento no ponto indicado na figura 2 além de inspeção nos demais elementos citados. **Atenção:** A verificação deve ser feita por técnico de serviços ROMI ou por qualquer outro profissional igualmente qualificado.

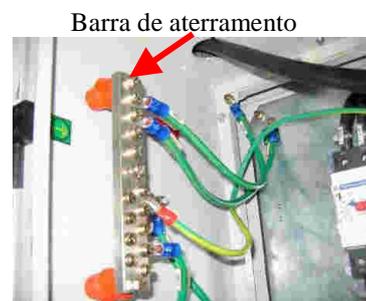


Figura 2

4 Ar comprimido

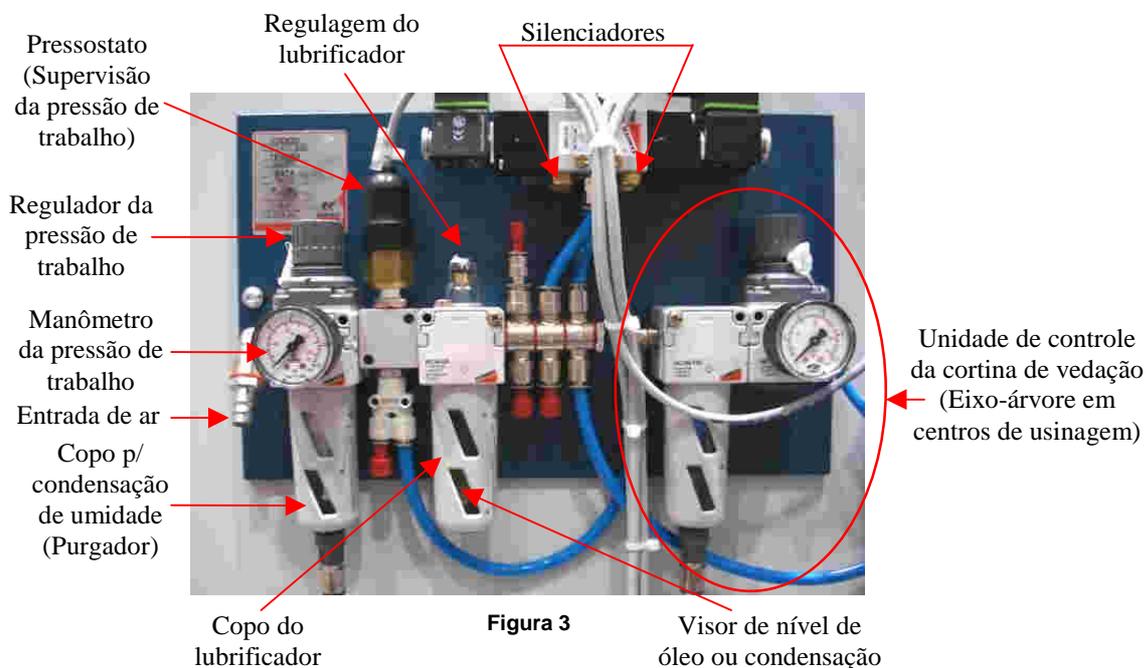
Como fonte de energia o ar comprimido desempenha funções vitais na maioria dos equipamentos. Por isso é necessário disponibilizar uma linha pneumática conforme especificações do equipamento em termos de vazão e pressão, sem ou com baixa umidade e isenta de impurezas. Como partes indesejáveis do ar comprimido consideram-se os gases típicos da atmosfera como CO₂ oriundo dos escapamentos veiculares, além de outros, e o próprio óleo lubrificante do compressor. Considerando a função do ar em alguns casos como refrigeração de um fuso de esferas, ou cortina de vedação em um eixo-árvore e os milhares de litros de ar sujo absorvidos diariamente da atmosfera, torna-se altamente recomendável a instalação de equipamentos (filtros). Elementos filtrantes garantem uma rede pneumática limpa, sem os quais corre-se o risco de soprar vapores ácidos em componentes da máquina. Recomenda-se consultar o MPI para conhecimento das características gerais do suprimento de ar comprimido além de um especialista para assegurar o adequado suprimento de ar para a MFCNC.

4.1 Unidade de conservação

Verificar periodicamente conforme figura 3, os principais elementos indicados na unidade de conservação, especialmente nos inícios de turno, os aspectos abaixo: **Atenção:** se um pequeno sopro for observado no purgador da unidade de conservação, é considerado normal, portanto, uma característica.

- Indicação de pressão conforme necessidade do processo;
- Inexistência de vazamentos;
- Visibilidade do nível de óleo no copo do lubrificador;
- Disponibilidade do óleo indicado se necessário reabastecimento;
- Inexistência de água no copo do purgador;

Nota: A presença de água nesse copo pode indicar mau funcionamento, pois é esperado a purgação automática da umidade condensada.



4.2 Verificação dos silenciadores das válvulas

Além dos modelos do tipo esponja figura 4, há os modelos com tela conforme figura 5. Os do tipo esponja tendem a perder eficiência devido ao enrijecimento por impurezas do ar e presença de óleos. Nesses casos deve-se substituí-los, enquanto os silenciadores do modelo tela podem ser higienizados com solventes. **Atenção:** Silenciadores sujos ou danificados constituem fontes de mau funcionamento das válvulas e demais componentes pneumáticos.



Figura 4

Silenciadores do
tipo esponja

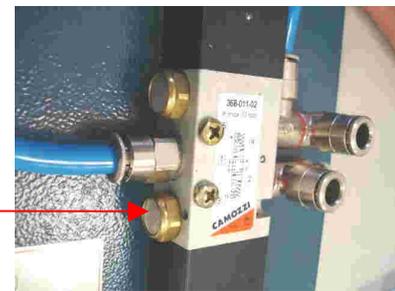


Figura 5

Silenciadores do
tipo tela

4.2.1 Ajuste de pressão

Em geral as linhas pneumáticas são calibradas em 6 bar especialmente para compressores a pistões. Porém nos compressores do tipo parafuso rotativo a pressão poderá ser muito superior. É possível que um equipamento opere com diferentes pressões de trabalho em diferentes partes da máquina. Um centro de usinagem, por exemplo, terá a pressão principal e uma secundária relacionada à cortina de ar que funciona como vedação em torno do eixo-árvore. Veja a figura 3. Um torno pode operar a placa pneumática com 6 bar e o contraponto com 4 bar, por exemplo. Bastará ajustar a pressão nos reguladores específicos de acordo com a necessidade ou especificação do processo. **Atenção:** Geralmente há um mecanismo de trava no manípulo do regulador de pressão. Basta puxar o manípulo para cima a fim de desbloquear o giro no sentido horário o que faz aumentar a pressão de trabalho até o limite da rede, ou no sentido anti-horário que fará a pressão baixar até ZERO bar. **Atenção:** É altamente recomendável verificar se não há variações de pressão além dos limites tolerados pela MFCNC, já que estas poderão comprometer a segurança do processo e causar grandes prejuízos com quebras de ferramentas, por exemplo.

4.2.2 Drenagem de condensações

Nos sistemas de ar comprimido é muito comum se encontrar grandes quantidades de água que, absorvida junto com o ar na forma de vapor, se liquefaz e cria diversos inconvenientes para os componentes de vedação além de provocar forte oxidação em partes metálicas devido também a outros componentes nela diluídos. As unidades de conservação, geralmente, contam com purgadores automáticos, cuja função é justamente eliminar, pelo menos uma parte da água trazida junto com o ar, porém pode-se encontrar unidades com purgadores manuais. Veja as figuras 6 e 7. **Atenção:** A drenagem também é imprescindível que seja praticada **diariamente** no reservatório do compressor ou nos pulmões intermediários, eventualmente, instalados na rede.

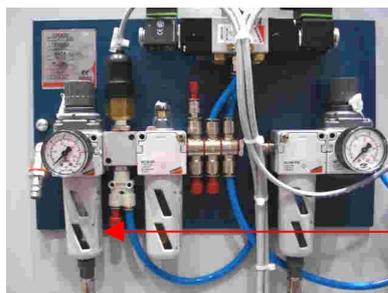


Figura 6

Copo p/
drenagem

Copo p/
drenagem



Figura 7

4.2.3 Lubrificador ou vaporizador

O lubrificador ou vaporizador do sistema pneumático tem como principal função “Transportar” partículas de óleo junto com o ar a fim de lubrificar todos os equipamentos da máquina que são atuados pelo ar comprimido. Isso minimiza a oxidação das partes metálicas e diminui o atrito das partes móveis.

4.2.4 Abastecimento e regulação do lubrificador

Verificar diariamente o nível de óleo do copo lubrificador completando quando necessário conforme a figura 8. **ATENÇÃO:** O uso de diferentes marcas ou tipos de óleos tende a provocar reações químicas entre os componentes de forma a gerar uma pasta espessa no fundo do reservatório que poderá obstruir os pontos de lubrificação. Isto poderá comprometer a vida útil ou desempenho de partes vitais da MFCNC. Se a marca ou o fornecedor de óleo, ou as especificações sofrer alteração,

ou ainda se for constatada a presença de partículas ou água no óleo, deve-se esgotar totalmente o recipiente, efetuar a limpeza e completar com o novo óleo.

ATENÇÃO: Para realizar a limpeza do lubrificador é necessário desligar a alimentação pneumática e soltar o copo girando-o no sentido anti-horário.

CUIDADO: O recipiente que armazena o óleo no copo do lubrificador é feito de vidro. Durante a manutenção do conjunto deve-se cuidar para que o anel de vedação no topo do copo não sofra danos e esteja presente sob pena de ocorrer vazamento de óleo ou ar. O lubrificador sai regulado e lacrado de fábrica, contudo é necessário verificar se está havendo o gotejamento com a passagem do ar. A regulagem do vaporizador ou lubrificador é feita por meio de um parafuso existente acima do copo do vaporizador. Para executar esta regulagem deve-se observar a especificação do equipamento, e girar o parafuso no sentido horário ou anti-horário, a fim de aumentar ou diminuir o gotejamento conforme a necessidade da MFCNC.

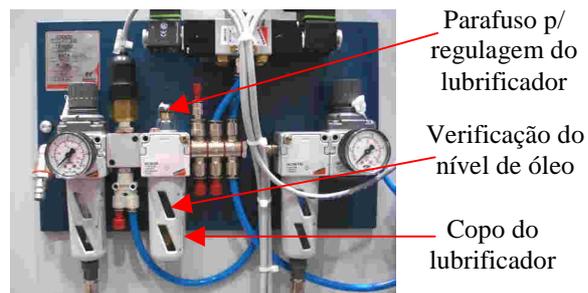


Figura 8

4.2.5 Filtros e purgadores

Cuidados especiais devem ser tomados em se tratando de conservação de filtros e purgadores, especialmente se for o caso de um filtro de partículas sólidas instalado próximo à MFCNC. É necessário verificar periodicamente se a mangueira do purgador não está obstruída, e se os filtros estão limpos e não danificados com trincas ou quebras, pois podem causar danos ao equipamento. Vide figura 9.

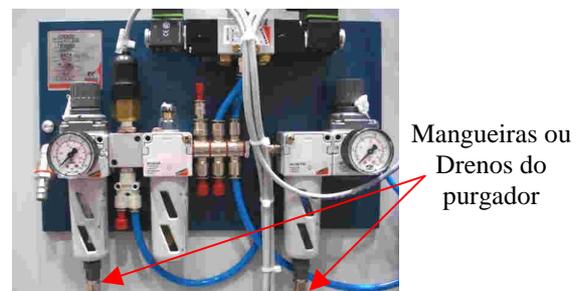


Figura 9

4.2.6 Drenagem da condensação no compressor

No sistema de ar comprimido é muito comum se encontrar grandes quantidades de água que, absorvida junto com o ar na forma de vapor, se liquefaz e cria diversos inconvenientes para os componentes de vedação além de provocar forte oxidação em partes metálicas devido também a outros componentes nela diluídos. Portanto é imprescindível que o reservatório ou os pulmões instalado ao longo da rede pneumática sejam drenados diariamente a fim de minimizar o índice de umidade. **ATENÇÃO:** A falta de drenagem, pelo menos uma vez por semana, da condensação no compressor poderá comprometer a vida útil de partes vitais da máquina de forma a comprometer a garantia estabelecida para a MFCNC.

5 Fluidos

Especialmente no momento de reabastecimento de quaisquer fluidos na MFCNC, deve-se conferir e comparar as especificações dos produtos com os manuais da máquina. Grandes prejuízos ocorrerão se, por exemplo, um fluido de unidade hidráulica for adicionado numa unidade de lubrificação automática. **ATENÇÃO:** não confundir óleo **hidráulico** com óleo **lubrificante**. Os termos **hidráulico** e **lubrificante** caracterizam a aplicação do fluido qual seja transmissão de força e movimentos (HLP) ou lubrificação (CGLP). Ambos os fluidos contam com aditivos específicos, por exemplo, anti-gotejamento no **lubrificante** e anti-espumante no **hidráulico**, entre vários outros. Não deixe de contatar o seu fornecedor de fluidos para toda e qualquer dúvida relativa à correta aplicação.

5.1 Unidade de lubrificação

A Unidade de lubrificação da MFCNC é automática quanto à frequência e volume de óleo e com pontos fixos de lubrificação. Os distribuidores de fluxo enviam óleo aos pontos de atrito por meio de dosadores e um pistão que sai ajustado de fábrica conforme as especificações do equipamento. Abastecer diariamente com o óleo especificado no Manual da máquina e de acordo com o regime de trabalho. Deve-se assegurar de usar a mesma marca de óleo, já que diferentes marcas utilizam diferentes aditivos que poderão gerar resíduos no fundo do reservatório e obstruir os dosadores.

5.2 Filtros

O sistema de lubrificação automática conta com um filtro de tela (Figura 11) na boca do reservatório que jamais poderá ser removido no momento do abastecimento. Há também um filtro de linha (Figura 10) que deve ser limpo ou substituído periodicamente conforme recomendações do manual de manutenção do equipamento a ainda um filtro no ponto de sucção que deve ser limpo periodicamente



Figura 10

Filtro de linha



Figura 11

5.3 Tipos de óleo

É altamente recomendável utilizar sempre a mesma marca de óleo e especialmente com a viscosidade recomendada no manual da MFCNC. **Atenção:** Máquinas equipadas com guias lineares utilizam óleo lubrificante com índice de viscosidade diferente de máquinas com guias prismáticas. Vide manual da máquina.

5.4 Contaminação no tanque da unidade de lubrificação

Partículas metálicas ou de outra natureza no fundo do reservatório, ou manchas próximas ao fundo são indicadores de contaminação. Abastecimento com diferentes marcas e tipos de óleo ou sem o filtro tela na boca do reservatório constituem fontes de contaminação. Ao suspeitar de contaminação deve-se executar a limpeza do reservatório conforme instruções do manual de manutenção. **Atenção:** Desejável que o nível jamais chegue ao mínimo, portanto deve-se verificar diariamente. Entende-se como responsabilidade do operador verificar o nível e reabastecer em todo início de turno de trabalho **Nota:** Ao reiniciar a máquina após longo tempo de inatividade, **deve-se** puxar manualmente o pistão para cima a fim

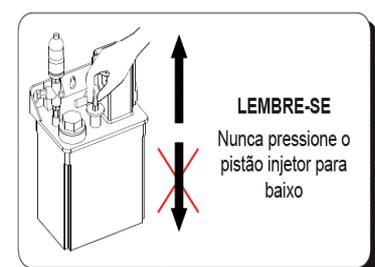


Figura 12

de fornecer pulso inicial de lubrificação para a máquina, **mas jamais forçá-lo manualmente para baixo**, conforme ilustrado na figura 12.

5.5 Unidade de arrefecimento do cabeçote

Essa unidade destina-se a retirar calor do cabeçote da MFCNC por meio da circulação forçada de um fluido especialmente desenvolvido para essa finalidade. A unidade sai regulada de fábrica, porém em função da temperatura no local de instalação da máquina, poderá ser necessário ajuste, especialmente em época de verão. Vide figura 13. **Atenção:** Nunca operar a MFCNC com o nível de fluido abaixo da indicação. Verificar inexistência de vazamento e somente completar a unidade com o fluido especificado na documentação da máquina.



Figura 13

6 Unidade de refrigeração de corte

Este sistema é usado para resfriar as ferramentas de corte e a peça a ser usinada, além de limpar a área de usinagem facilitando o escoamento dos cavacos. Embora se recomende fluidos de base mineral, o seu fornecedor poderá indicar o melhor produto, bem como características de manutenção.



Figura 14

Verificar a quantidade de fluido através do visor de nível (Figura 14), acoplado ao tanque de refrigeração. Para o reabastecimento do tanque da MFCNC pode-se partir de um reservatório com a emulsão devidamente controlada, ou pode-se acrescentar água e/ou solução, porém deve-se atentar para o controle do **PH** e **concentração** conforme descrito abaixo. **Atenção:** fluido impróprio poderá causar danos às borrachas e pintura da MFCNC, além de dermatites na pele dos operadores.

6.1 Concentração

A não observação da concentração da emulsão indicada pelo fornecedor do fluido poderá acarretar oxidação no equipamento ou desperdício de solução. Controlar a emulsão com aparelhos adequados como refratômetro ou contatar sempre seu fornecedor de fluídos é uma alternativa que assegura a qualidade e funcionalidade do fluido refrigerante.

6.2 PH

O PH deve ser controlado periodicamente a fim de evitar corrosão de peças usinadas e partes da máquina além de manter o ambiente adequado para a **NÃO PROLIFERAÇÃO DE BACTERIAS**. O PH deve ficar entre 9,0 e 9,4 e poderá ser medido com fita para medir PH (vide figura 15), facilmente encontrada nos revendedores de produtos químicos e equipamentos para laboratórios.



Figura 15

6.3 Pureza (Bactericidas, biocidas)

A fim de manter o fluido de corte em boas condições, deve-se cuidar para que não haja contaminações. Controles com biocidas e bactericidas poderão ser necessários, contudo esse controle deve ser conduzido preferencialmente pelo seu fornecedor ou pessoa com o conhecimento e recursos específicos. **Atenção:** Mau cheiro, irritações na pele do operador, grossa camada escura sobre a superfície do tanque e excesso de espuma são indicadores de condições impróprias do fluido e devem disparar imediatamente medidas reparadoras.

6.4 Volume e limpeza

O volume do fluido refrigerante sofre perdas por evaporação ou por carregamento nas peças usinadas, portanto deve ser verificado diariamente por meio do visor (Vide figura 14). **Atenção:** Não é recomendado adicionar água ou óleo diretamente no tanque da MFCNC, pois esse procedimento poderá alterar a concentração especificada. Uma boa prática é manter um reservatório com a emulsão na concentração correta e dela retirar o necessário para completar o tanque de cada MFCNC. É comum acumular partículas metálicas no tanque de fluidos. Recomenda-se, portanto limpar as telas (vide figura 16) diariamente. **Atenção:** há duas telas, uma de malha mais aberta e outra de malha mais fechada. Deve-se limpar uma de cada vez cuidando para não trocá-las de lugar. A tela mais aberta é a que vem primeiro no sentido do fluxo do tanque para a bomba. **Atenção:** a limpeza deve ser feita primeiramente na tela de malha mais fina (mais próxima à bomba).



Figura 16

6.5 Unidade de filtragem

Algumas MFCNC, especialmente as equipadas com refrigeração de alta pressão pelo centro de eixo-árvore, são dotadas de um sistema de filtragem que consiste em uma esteira na qual é apoiada uma manta filtrante auto-renovável. É fundamental verificar se de fato a manta se renova automaticamente toda vez que estiver saturada de partículas. Caso transborde, as partículas poderão travar o mecanismo de refrigeração pelo centro de eixo-árvore. Nesse caso, verificar o funcionamento da micro chave (vide figura 17), de acionamento da esteira.



Figura 17

6.6 Verificação do “skimmer”

O “skimmer” é usado para coletar o óleo lubrificante que se acumula sobre a superfície do fluido refrigerante. Deve-se verificar periodicamente se os limpadores da correia ou disco estão em perfeito estado. Vide figuras 18 e 19. Observar se durante o movimento do disco ou correia a superfície fique completamente limpa. Caso se observe que os raspadores estejam ressecados ou rasgados, providenciar imediatamente a substituição conforme indicação no manual da máquina.

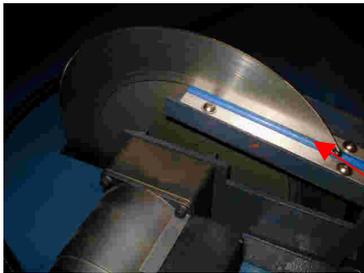


Figura 18

Raspadores de óleo

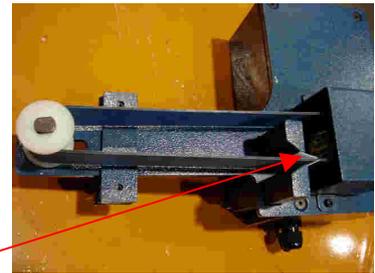


Figura 19

7 Limpeza e conservação

As partes da máquina recobertas por pintura podem ser mantidas limpas por meio de panos umedecidos em detergente neutro a fim de conservar a pintura. Na região interna, especialmente no piso da cabine, onde em geral se acumula muitos cavacos, recomenda-se o uso de uma vassoura de piaçava ou o jato de fluido de corte quando a MFCNC contar com esse recurso (wash gun). **Atenção:** jamais utilizar solventes, produtos abrasivos ou ar comprimido.

7.1 Filtros de ar de gabinetes elétricos

No ambiente fabril, geralmente há muitas partículas suspensas. O filtro de ar do gabinete elétrico (vide figura 20) costuma ficar saturado em poucos dias de trabalho dependendo da quantidade de sujeira em suspensão. É altamente recomendável ter um filtro sobressalente para troca imediata enquanto o filtro sujo seja lavado e seco. Nunca ligar a MFCNC sem os elementos filtrantes. Com a MFCNC desligada, verificar se o giro dos ventiladores se encontram livres de interferências.



Figura 20

7.2 Áreas de tomada de ar para ventilação de motores

Na movimentação de peças e paletes pode ocorrer choques contra as proteções do motores que ficam próximo ao piso. Vide figuras 21 e 22. Além da limpeza periódica deve-se certificar da isenção de amassamentos nas telas de proteção que impeçam o livre giro dos ventiladores.

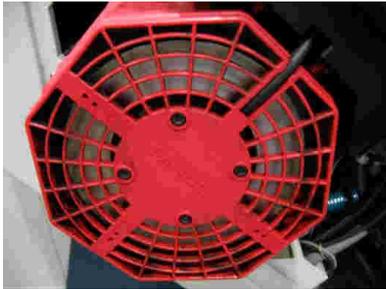


Figura 21



Figura 22

7.3 Raspadores

Excesso de cavacos sobre barramentos ou cavacos quentes danificam os raspadores. Deve-se verificá-los periodicamente e substituí-los se houver desgaste ou se encontrarem cortados ou quebradiços, pois podem permitir a entrada de partículas metálicas e causar danos às guias da máquina.



Figura 23

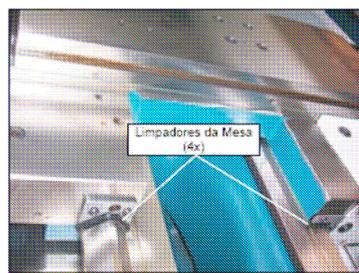


Figura 24



Figura 25

7.4 Proteções telescópicas

Nunca se deve pisar nem apoiar objetos sobre as proteções telescópicas. Vide figura 26. Em movimentos rápidos dos eixos, verificar se não há ruídos atípicos ou interferências. Cuidar para que não haja excesso de cavacos sobre as proteções e verificar periodicamente a integridade dos raspadores.

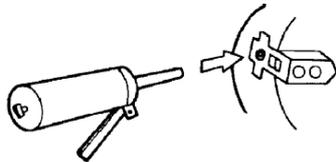


Figura 26

7.5 Lubrificação de placas e pinças.

O desempenho em termos de capacidade de fixação de peças em placas pneumáticas ou hidráulicas além dos porta-pinças se relaciona diretamente com a frequência de lubrificação bem como com a qualidade do lubrificante utilizado. Não se deve proceder sem conhecimento específico na manutenção desses equipamentos. Verificar sempre a especificação dos lubrificantes e frequência de lubrificação recomendado pelo fabricante do equipamento. Vide figuras 27 e 28. Algumas placas são acompanhadas de um CD (*Compact disk*) no qual há um vídeo com informações detalhadas sobre a manutenção. Recomenda-se que esse vídeo seja visto por operadores e mantenedores do equipamento.

Se durante a operação houver grande quantidade de cavacos ou líquido refrigerante na placa, lubrifique-a a cada 8 horas. Em condições normais, lubrifique-a semanalmente.

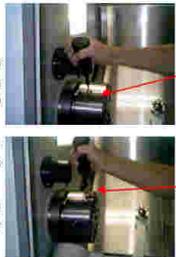


A cada 6 meses de operação, desmonte e limpe a placa. Sem lubrificação, a força de gripping fica reduzida. Veja "Lubrificação e Manutenção Regular" no manual da placa.

Figura 27

INSPEÇÃO PELO OPERADOR

- **Lubrificação da placa:**
 - A placa deve ser lubrificada a cada 500 a 1000 movimentos de abertura e fechamento ou em qualquer caso de 8 a 16 horas de trabalho.
 - Para máquinas equipadas com aparelhos de pinças, lubrificar a cada 8 horas.
 - Use graxa Molicote TP 42 ou outra graxa recomendada pelo fabricante da placa ou aparelho de pinças.
 - Para placas novas, devem ser desmontadas para limpeza a cada 5.000 a 8.000 ciclos, na segunda vez a cada 50.000 a 100.000 ciclos, e nas próximas, a cada 6 meses.
 - Realizar a manutenção conforme indicado no manual de manutenção.



• **PROCEDIMENTO:**

- Utilize uma bomba de lubrificação manual nos bicos localizados no diâmetro da placa, fazendo movimentos de abre e fecha das castanhas durante e depois de engraxados.

Lubrificação da Placa
Lubrificação da Castanhas

Figura 28

7.6 Limpeza das garras e copos do T.A.F.

É comum durante a operação da MFCNC pequenos cavacos aderirem aos copos ou garras do T.A.F. (trocador automático de ferramentas). Recomenda-se, com um pincel, **e jamais com ar comprimido**, limpar esses copos e garras que retêm as ferramentas no carrossel. A falta de limpeza periódica nesses componentes provoca quedas de ferramentas e quebra das garras. Vide figuras 29 e 30.

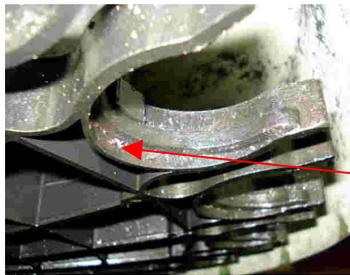


Figura 29

Cavacos grudados

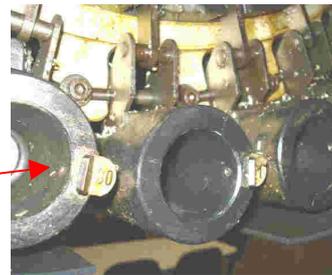


Figura 30

7.7 Correias

Verificar periodicamente o estado de conservação das correias quanto a tensão, integridade dos dentes, isenção de cortes e cavacos ou desfiadas. (Figura 31). Correias danificadas ou desgastadas podem ocasionar desvios geométricos em peças usinadas além de gerar alarmes intermitentes. Para verificação deste item, em alguns casos, é necessária a retirada de proteções, portanto deve-se proceder conforme o manual de manutenção do equipamento.



Figura 31

8 Atitudes preventivas

Toda e qualquer operação na MFCNC deve ser precedida de cuidadoso planejamento e preparação. Sempre verificar os procedimentos descritos nos manuais dos equipamentos antes de iniciar a operação. Observar atentamente todas as instruções de segurança e verificar quanto ao abastecimento de fluidos lubrificantes e de corte, suprimento de ar comprimido, disponibilidade de ferramentas e recursos complementares antes de colocar o equipamento em operação. Verificar também capacidade de peso, comprimentos e diâmetros admissíveis de ferramentas no layout de cada equipamento conforme figuras 32 e 33 apenas como exemplos.

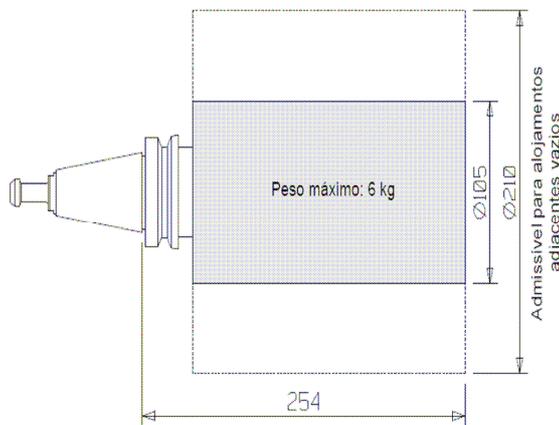


Figura 32

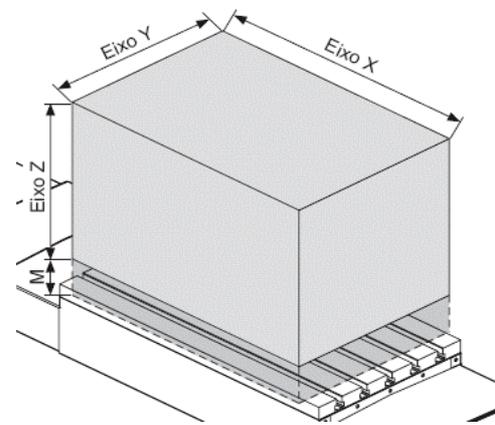


Figura 33

8.1 Deslocamentos sobre guias sujas e não lubrificadas

Barramentos expostos em tornos ou superfícies de mesas em centros de usinagem são acumuladores de poeira e partículas, especialmente durante os períodos de inatividade como finais de semana por exemplo. Recomenda-se portanto que antes de instalar um dispositivo sobre a mesa do centro de usinagem ou



Figura 34

deslocar a mesa do torno ao longo do barramento, seja executada uma limpeza com pano seco; **jamais utilizar estopa ou ar comprimido**, e a seguir, aplicar uma fina camada de óleo lubrificante. **Observação:** mesmo que ao desligar a MFCNC as guias e superfícies tenham sido protegidas com óleo lubrificante, deve-se aplicar o procedimento acima, pois as partículas aderidas à camada de óleo constitui pasta abrasiva que acelera o desgaste do equipamento. Vide figura 34.

8.2 Shanks sujos ou deformados

Durante períodos de inatividade como num fim de semana, por exemplo, poeira e partículas se acumulam sobre os cones dos porta-ferramentas. Portanto na retomada do trabalho é **recomendável** limpá-los com pano seco e aplicar o mesmo cuidado no interior do eixo-árvore. Não se deve por a MFCNC em marcha sem antes verificar cuidadosamente os cones quanto à isenção de batidas, oxidação, pinos de fixação danificados ou soltos além de verificar a fixação e integridade dos insertos ou ferramentas.



Figura 36

8.3 Peças de grande área e longo tempo sobre a mesa (Centros de Usin.)

Em centros de usinagem peças de grande porte podem permanecer por longos períodos presas à mesa e podem provocar forte oxidação entre peça e mesa devido a presença de umidade. Recomenda-se portanto antes de prender quaisquer peças ou dispositivos, executar cuidadosa limpeza e aplicar uma fina camada de óleo lubrificante a fim de coibir eventuais oxidações. Vide figuras 37 e 38.



Figura 37

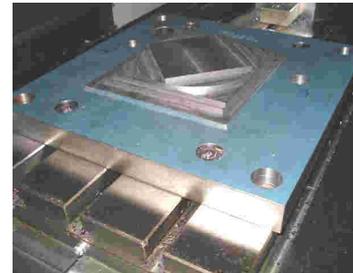


Figura 38

8.4 Excesso ou falta de aperto em ferramentas nas torres (Tornos)

É praxe utilizar-se de um cano para estender o braço da chave hexagonal a fim de se obter maior aperto nos parafusos. Vide figuras 39 e 40. Essa prática tende a deformar a torre, suportes e os próprios parafusos portanto não é recomendada sob pena de causar danos irreparáveis nas torres ou suportes.

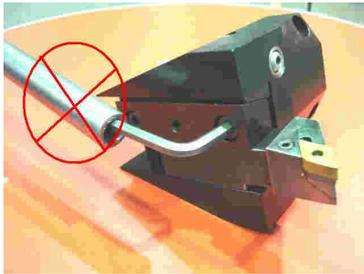


Figura 39

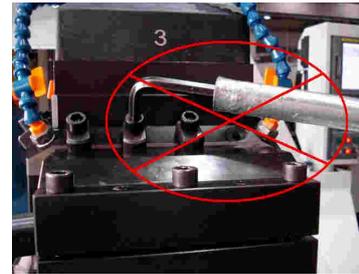


Figura 40

ATENÇÃO: para os tornos equipados com ferramenta acionada conforme figura 41, **jamais** prender ou soltar a ferramenta utilizando somente a posição da torre como freio para o torque de aperto ou soltura. Atentar para a tabela de advertência, figura 42, localizada na parte frontal ao lado do painel de operações. Essa tabela orienta como proceder com segurança visando a integridade dos mecanismos de transmissão de força e giro para a ferramenta ativa.



Figura 41



Figura 42

8.5 Fixação de pastilhas nas ferramentas (Tornos e Centros Usin)

A correta fixação dos insertos de metal duro nos porta-ferramentas ou fresas é parte crítica no sucesso da usinagem, figuras 43 e 44. Contudo, outros cuidados são fundamentais, por exemplo: Examinar a sede do inserto quanto a possíveis deformações oriundas de colisões, isenção de sujeira, integridade do parafuso, calço e alavanca de fixação, bem como uso da chave e aperto corretos. **Observação:** para limpeza da sede do inserto admite-se um jato de ar comprimido, porém fora do espaço de trabalho da MFCNC.



Figura 43



Figura 44

ATENÇÃO: as ferramentas de centros de usinagem serão montadas de forma mais eficaz se for utilizado um suporte conforme ilustrado na figura 45. Com esse recurso se obtém facilidade e segurança no manejo dos insertos de metal duro além de ser possível a fixação da fresa de forma segura. Nesse caso é permitido o uso de uma extensão para prolongamento do braço da chave hexagonal, embora o correto seja o aperto com torquímetro conforme recomendações do fabricante da ferramenta.



Figura 45

8.6 Identificar ruídos e temperaturas anormais

É conveniente que o operador da MFCNC esteja atento a ruídos estranhos ou temperaturas anormais. O painel elétrico é provido de um adesivo específico para apontar elevações de temperatura acima da faixa tolerada, conforme ilustrado na figura 46. Convém portanto que no início ou final do turno seja verificada a integridade da etiqueta.

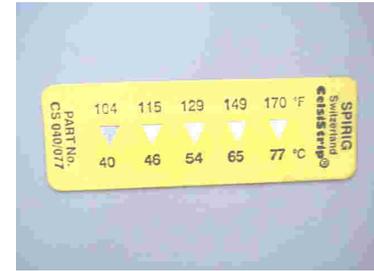


Figura 46

8.7 Identificar vazamentos e/ou consumo excessivo de óleos/fluidos

É imprescindível que o operador examine diariamente a unidade de lubrificação automática além da unidade hidráulica e tanque de fluido de corte a fim de assegurar a funcionalidade dos equipamentos. Grandes vazamentos podem ser facilmente identificados e visualizados ao aparecerem diretamente no piso da fábrica, mas pode existir vazamentos que escoem para o interior da máquina, portanto requerem maior atenção. Verificar igualmente as conexões pneumáticas a fim de evitar desperdícios com ar comprimido que não realiza trabalho algum ao ser jogado fora.

8.8 Medidas preventivas para longos períodos de inatividade

Os finais de semana com longos períodos de inatividade oferecem ótima oportunidade para ataques corrosivos, ou, no mínimo, escurecimento de partes retificadas da MFCNC. Por isso recomenda-se que sejam tomados cuidados especiais a fim de prolongar a vida útil da máquina, por exemplo: total remoção de cavacos, secagem de superfícies molhadas com fluido de corte, proteção das partes vitais com fluido protetivo ou papel especial. Além disso especial atenção em não deixar peças presas em dispositivos, ou placas, bem como **jamais deixar cones presos ao eixo-árvore** nos centros de usinagem. Para as peças de grande porte, como matrizes não acabadas, é desejável que os eixos sejam movimentados de forma a buscar o equilíbrio do centro de gravidade da máquina, ou seja, aproximadamente no meio do curso de cada eixo. Medidas como essas asseguram a preservação do equipamento.

9 Atividades inerentes a o processo

Toda e qualquer atividade preparatória para um processo de usinagem deve priorizar a segurança de todos os recursos, máquina, dispositivos, ferramentas, instrumentos de medição e especialmente o ser humano. O processo em si deve oferecer tal nível de segurança de forma a não produzir refugos, obter o máximo rendimento das ferramentas, preservação da vida útil e ajustes dos instrumentos de medição e atendimento das especificações do componente usinado. Faz parte desses cuidados a disponibilidade de área para movimentação e embalagens adequadas para o acondicionamento das peças usinadas.

9.1 Movimentações de peças pesadas

Independentemente do peso da peça, ou do tipo de MFCNC, há peças para as quais é indispensável um recurso de içamento como um “balancim”, ponte rolante, empilhadeira além de cintas, olhais e alças adequadamente dimensionadas, vide figura 47. **ATENÇÃO:** empilhadeiras e/ou pontes rolantes podem causar sérios danos aos equipamentos ou graves riscos às pessoas próximas se não forem operadas por pessoas de qualificação comprovada. No manuseio de grandes peças deve-se atentar para bordas de cantos vivos ou com presença de rebarbas cortantes além do cuidado relativo ao centro de gravidade. Também requer atenção especial quanto a choques da peça contra partes da máquina com destaque para conjuntos mais sensíveis, por exemplo o cabeçote móvel de um torno.



Figura 47

9.2 Regulagem de sensores

Para MFCNC não provida de sistemas automáticos de carga e descarga, em geral não há necessidade de ajustes em sensores. Contudo, a preparação de castanhas para um processo de torneamento, ou a mudança de fixação de interno para externo ou ainda a substituição de uma placa por um porta-pinças poderá exigir regulagem conforme figura 48.

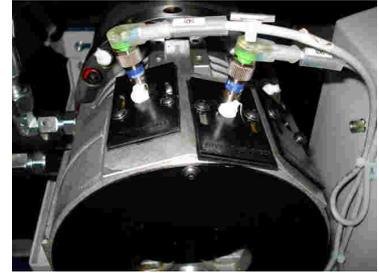


Figura 48

9.2.1 Placas (O que não se deve fazer)

- Não se deve soltar ou prender as castanhas utilizando a orientação o eixo árvore (M19) como freio;
- Não deixar de lubrificar a placa na freqüência e com o produto recomendado;
- Não deixar peça fixada na placa quando a máquina ficar muito tempo inativa;
- Não fixar peças com diâmetro maior que o diâmetro da placa, salvo mediante estudos específicos;
- Não utilizar castanhas demasiado longas, salvo estudo específico;
- Não exagerar na conicidade ao torner castanhas moles. Levantar em consideração o comprimento de fixação e o estado de desgaste da placa e peso da peça;
- Não desmontar válvulas em placas pneumáticas sem o conhecimento e reparos adequados;
- Em placas hidráulicas não exceder a pressão limite de trabalho recomendada;
- Não alterar as dimensões e características das porcas T;
- Não utilizar porcas T deformadas;
- Não utilizar placa pneumática de cilindro incorporado com a câmara de alimentação desregulada.

9.2.2 Regulagem de sapatas de apoio em placas pneumáticas

Com o uso da placa, pode ocorrer desgaste das sapatas, provocando certa folga no ajuste da câmara de alimentação de ar sobre o corpo da placa. Quando isto ocorrer, torna-se necessário um ajuste das sapatas por meio dos parafusos radiais, existentes na câmara de alimentação de ar, proceder conforme manual de manutenção da placa. Nunca retrabalhar as porcas T, alterando rosca, largura ou comprimento. A substituição de porcas T, quando necessário, deverá ser feita por outras originais, ou pelo menos por outras com as mesmas características mecânicas e dimensionais. Verificar sempre a regulagem de sapatas de apoio da placa, consultando sempre o manual do equipamento.

9.2.3 Contraponto ou cabeçote móvel

Para processos de torneamento que exijam o contraponto deve-se cuidar para que o mangote seja exposto somente o necessário. Contudo é preciso assegurar que haja espaço entre a mesa e o corpo do contraponto quando a ferramenta acessar a extremidade da peça conforme figura 49. Lembrar inclusive que poderá ocorrer acúmulo de cavacos sobre o barramento de forma a funcionar como calço entre a mesa e o contraponto podendo deslocá-lo o que poderá provocar a queda da peça sobre o barramento e mesa. Para mangote de ponto rotativo integrado (*built in*) no qual a ponta seca é sacada por uma porca (figura 50), **jamais** deixar a porca roscada na ponta seca durante usinagem, pois poderá travar o giro e fundir a ponta seca na peça. **Recomenda-se** sacar a ponta seca ou o ponto rotativo periodicamente utilizando-se da porca sacadora (figura 50) ou cunha a fim de verificar isenção de corrosão provocada pela umidade do fluido de usinagem, bem como isenção de deformações que prejudiquem a geometria e alinhamento.



Figura 49



Figura 50

9.3 Fixação de dispositivos e peças sobre a mesa (Centros Usin.)

As mesas contam com rasgos T voltados à fixação de dispositivos e peças. O rasgo central é calibrado com precisão de forma a poder ser utilizado como guia de alinhamento para chavetas em dispositivos. Recomenda-se usar porcas T adequadas de boa qualidade e em perfeito estado (sem deformações) a fim de não danificar os rasgos na mesa. **CUIDADO** com calços apoiados na borda do rasgo, pois poderão deformá-los. Igualmente, eventual excesso de aperto dos grampos ou calços não planos e mal dimensionados podem marcar profundamente a mesa, bem como, dependendo da disposição e quantidade de grampos, pode-se inclusive empenar a mesa. **Recomenda-se** verificar dimensões e peso suportáveis antes da fixação de grandes peças e dispositivos no equipamento. Ao desligar a MFCNC com grande peça sobre a mesa deve-se posicionar os eixos aproximadamente no centro do curso a fim de favorecer o centro de gravidade. Vide figura 51.

LAYOUT'S DE TRABALHO E INTERFERÊNCIAS

- ❶ Dimensão máxima da Peça ou Dispositivo sem interferência mecânica
- ❷ Área de Usinagem da Peça

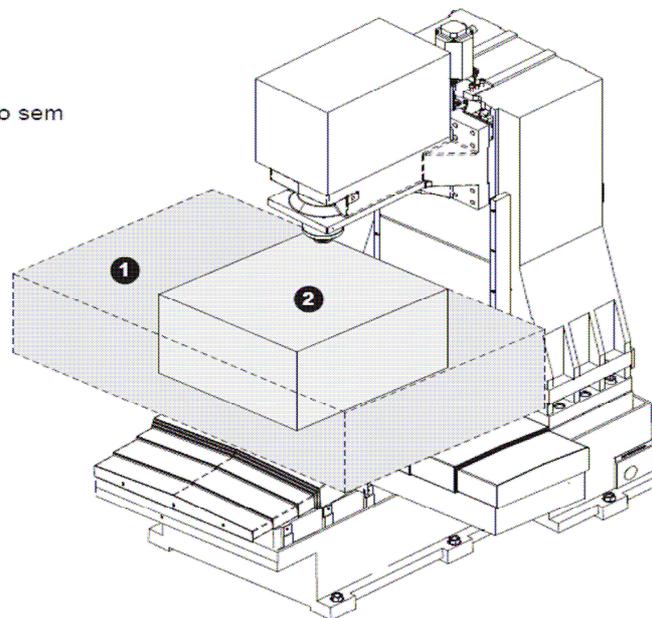


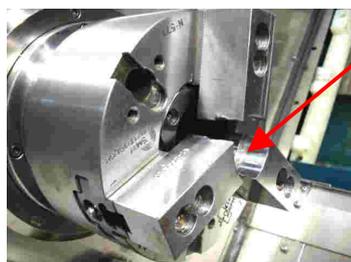
Figura 51

9.4 Fixação de peças em placas

Ao se planejar a fixação de peças em placas nos processos de torneamento deve-se **prioritariamente** pensar na segurança da operação em termos de atendimento às especificações dimensionais, superficiais, tempo, vida e integridade das ferramentas. Fixações mal planejadas podem resultar em deslocamento da peça durante usinagem com graves danos para o equipamento, ferramentas e inclusive comprometimento da segurança do operador. Cada peça exigirá um planejamento cuidadoso da fixação dependendo das características da matéria prima, quantidade de material a ser removido, dureza, exigências dimensionais, tipo da placa, espaço para fixação entre outros.

9.4.1 Preparação de castanhas moles

Em geral castanhas moles são utilizadas onde for exigida certa concentricidade da usinagem com diâmetro previamente existente ou uma referência axial (encosto), vide figura 52. Isso implica em torneiar as castanhas em condições especiais quais sejam: placa aberta, baixa rotação, regulagem de sensores, correção das folgas típicas das castanhas-base, entre outros cuidados. Para obtenção de boa concentricidade em geral convém utilizar um anel para correções das folgas durante torneamento das castanhas, tanto para fixação interna quanto externa. Para uma perfeita fixação num diâmetro de boa cilindricidade recomenda-se aplicar uma conicidade de forma que o diâmetro no fundo seja aproximadamente 0,1mm maior que o diâmetro na boca. Esse valor poderá ser aumentado para placas com grande desgaste ou folgas nas castanhas base, contudo não deverá ultrapassar 0,3mm sob pena de forçar as castanhas base.



Diâmetro usinado
com encosto ao
fundo

Figura 52

9.4.2 Pressão de trabalho

Processos de usinagem que exijam fixações em placas ou dispositivos hidráulicos ou pneumáticos requerem especificação da pressão de trabalho. Tornos com placas hidráulicas apresentam especificação para pressão máxima conforme figura 53, e monitoradas por manômetros conforme figura 54, de forma que a pressão mínima dependerá das características do processo. Em placas pneumáticas geralmente a pressão mínima é supervisionada por pressostato de forma a assegurar o funcionamento do mecanismo, porém a segurança da operação dependerá de análise das características de cada peça e dimensionamento dos parâmetros de usinagem.

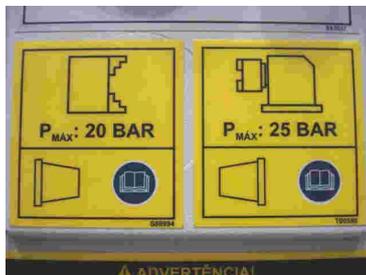


Figura 53



Figura 54

9.4.3 Orientações sobre a pressão mínima

Há casos de torneamento de peças com paredes finas que requerem recursos especiais para segurança do processo. Lembre-se que nas placas pneumáticas há um pressostato (figura 55), que supervisiona a pressão mínima de trabalho. Castanhas envolventes, mais longas além de moderados parâmetros de usinagem são exemplos de cuidados que devem ser observados quando há necessidade de se trabalhar com baixas pressões visando à segurança do processo e especialmente evitar acidentes.



Figura 55

10 Geometria

A geometria da MFCNC guarda relação direta com a ancoragem ao solo, conforme destacado nos Manuais de Providências Iniciais de cada máquina.

Cuidado: uma máquina não chumbada a uma fundação adequadamente executada estará sujeita a vibração na usinagem e poderá sofrer empenamentos ao longo do tempo. **Atenção:** Colisões podem afetar drasticamente a geometria da MFCNC. Portanto é altamente recomendável que tanto para máquinas não chumbadas quanto e especialmente após colisões a máquina seja submetida à análise geométrica sob pena de produzir peças fora das especificações.

10.1 Nivelamento

Mesmo para uma MFCNC rigidamente ancorada numa fundação devidamente apropriada o nivelamento não se mantém ao longo do tempo, considerado aqui em torno de 6 meses. Isso ocorre devido a acomodação natural da massa da máquina mais peças e principalmente por conta das vibrações típicas de usinagem. Portanto, a fim de manter a precisão geométrica do equipamento em função das exigências de cada processo, recomenda-se revisão do nivelamento periodicamente observando a tolerância indicada nos manuais que acompanham o equipamento tanto para tornos quanto para centros de usinagem.

10.2 Alinhamento do cabeçote fixo

Essa verificação será indispensável somente se houver alguma colisão no processo. Pode ser feita por meio de torneamento em acabamento fino de uma barra e consequente medição com micrômetro e eventuais ajustes. Outro meio de verificação pode ser praticado pelo uso de haste paralela e relógio comparador milesimal conforme figura 56 de forma a atender as especificações da MFCNC.

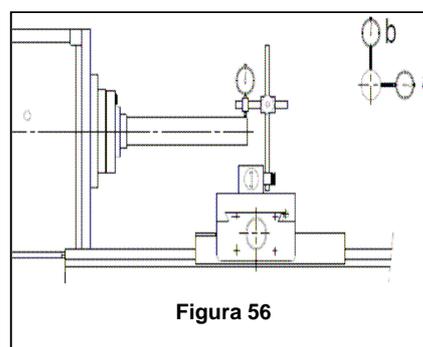


Figura 56

10.3 Alinhamento do cabeçote móvel

Analogamente ao cabeçote fixo, o alinhamento do cabeçote móvel pode ser executado por meio de haste paralela entre centros conforme figura 57 ou a usinagem de uma barra. **Atenção:** se for encontrado desvio, antes de executar o alinhamento do cabeçote móvel, deve-se verificar primeiro o alinhamento do cabeçote fixo de forma a atender as especificações da MFCNC.

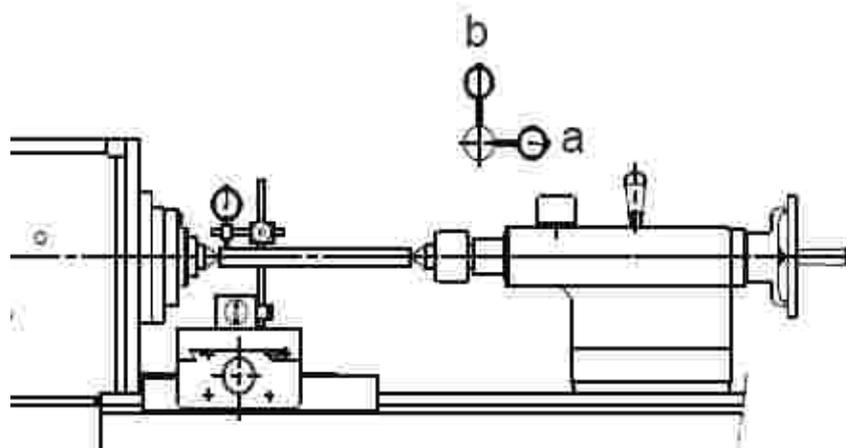


Figura 57

11 Segurança

A MFCNC se apresenta com diversas tabelas de alerta. Porém há inúmeras situação de risco para a integridade do equipamento e do operador. Isso implica em permanente estado de atenção e observação das regras de segurança. Qualquer violação potencializa graves riscos de danos ao equipamento e especialmente ao ser humano que estiver próximo. Há gestos que parecem desprovidos de riscos, mas de fato contém graves consequências, por exemplo: secar as mãos com ar comprimido implica em atirar bactérias, fungos, ácidos e partículas indesejáveis em alta velocidade, que uma vez atingindo um micro ferimento na pele, estará diretamente na corrente sanguínea do operador.

11.1 Trava elétrica

Recomenda-se **jamais** desabilitar (figura 59), a segurança oferecida pela trava elétrica da porta principal da cabine (figura 58). Vale lembrar que no Brasil há histórico de graves acidentes em que ficou evidenciado a negligência de operadores a despeito de alertas que resultaram em contenda judicial com perda para a vítima.



Figura 58

Lingueta da trava
elétrica de segurança
da porta



Figura 59

11.2 Sensores de portas laterais

Analogamente à porta principal da cabine, as portas laterais nos centros de usinagem também são monitoradas por meio de sensores de proximidade. Verificar o funcionamento correto dos sensores nessas portas e **jamais** executar “jumpers” para trabalhar com portas abertas. A verificação consiste em observar se o LED dos sensores são atuados após fechamento completo das portas laterais, e se com a abertura das portas laterais o comando entra em emergência impossibilitando o movimento do equipamento.

11.3 Porta automática

Há portas automáticas pneumáticas e elétricas que são geralmente supervisionadas pelo CNC por meio de sensores. Ao longo do tempo, ambas podem demandar ajustes de velocidade ou de final de curso. Recomenda-se verificar o funcionamento correto dos sensores de porta aberta e fechada observando o LED, garantindo que eles estejam atuados, (LED aceso). Caso estiver desajustado, fechar a porta manualmente, deslocar o sensor até que o LED ascenda e fixar o sensor. Aplicar o mesmo procedimento para a porta aberta.

11.4 Teste de programas (plotter) e primeira usinagem

É altamente recomendável que ao instalar um novo programa de peça na MFCNC, este seja cuidadosamente examinado por meio da plotagem das trajetórias (gráfico) programadas para as ferramentas. Essa operação sozinha não assegura isenção de falhas, contudo é imprescindível como primeiro passo na preparação para produção. Em geral o excesso de confiança do preparador programador o leva a dispensar essa verificação, o que potencializa riscos de colisões na primeira usinagem. Mesmo em sistemas de CAM que geram programas confiáveis, para um molde por exemplo, deve-se cercar de cuidados quanto a balanço de ferramentas, especialmente se a peça contém cavidades.

Para programas redigidos manualmente, apesar da verificação do gráfico recomenda-se na primeira usinagem operar em modo bloco-a-bloco de forma a visualizar previamente a direção, distância e velocidade do movimento da ferramenta. A MFCNC dispõe de recursos que permitem visualizar com segurança os parâmetros do próximo movimento antes de executá-lo.

Como regra geral nenhuma operação pode ser iniciada sem o devido aquecimento da máquina. Portanto deve-se ter um programa que permita movimentos em todos os eixos e fusos de forma a distribuir lubrificação pelos fusos de esferas e que a rotação do eixo-árvore seja elevada aos poucos. **Atenção:** jamais ligar a máquina em alta rotação sem o devido aquecimento.