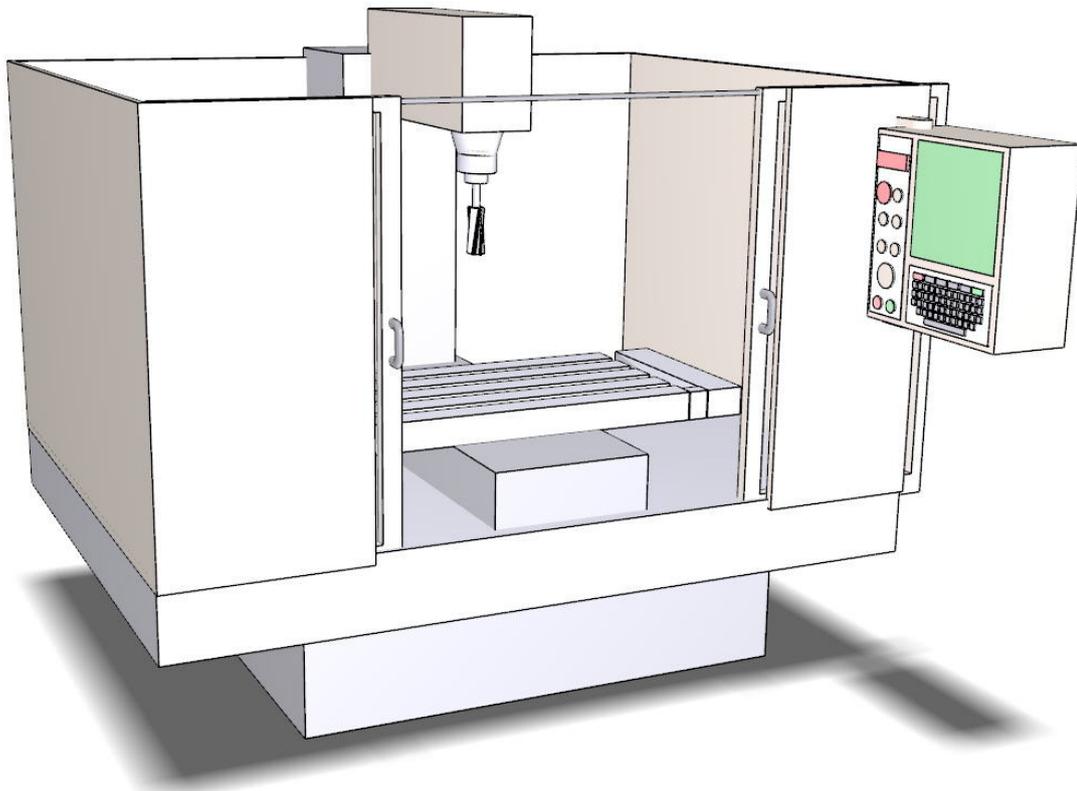




Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Instituto de Engenharia de Produção e Gestão - IEPG

EME005 - Tecnologia de Fabricação IV



Prof. Dr. José Hamilton Chaves Gorgulho Júnior

Itajubá - Maio de 2010

revisão 5

Software de simulação para o centro de usinagem FADAL VMC 15

1. Informações iniciais

O programa de simulação da Fadal foi desenvolvido para ambiente DOS e estava disponível em um único disquete 3 ½', já em desuso. Além disso, operava normalmente até o ambiente Windows 98. Após esta versão (XP, Vista e 7) não foi mais possível executá-lo diretamente nesses sistemas operacionais. Atualmente é necessário utilizar o *software DOSBox* para poder fazê-lo funcionar. O conteúdo do antigo disquete também possui outros utilitários destinados a trabalhar com o centro de usinagem, mas que não serão discutidos neste documento.

2. Instalação

Inicialmente faça o *download* do simulador a partir da página da disciplina. Trata-se do arquivo **Fadal.Zip**. Após o download copie-o para o diretório raiz de seu computador (C:\) e descompacte o seu conteúdo. Verifique se, após descompactar, tenham surgido 3 arquivos (BE.EXE, FADAL.BAT e MOUSE.COM) e um diretório (fadal1). Se isso ocorreu, como mostra a **Figura 1**, então a sua instalação está completa.

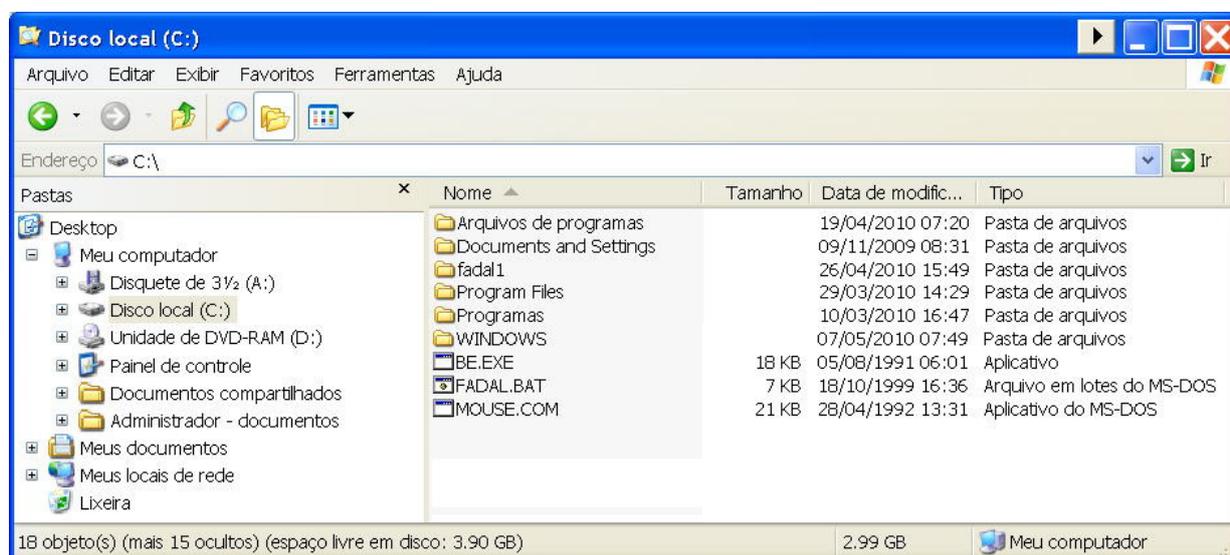


Figura 1 – Arquivos do simulador instalados

Observe que a instalação desse programa não afeta em nada as configurações de seu computador, pois não é realizada nenhuma alteração em arquivos de registro, pastas do sistema operacional ou coisa parecida. Quando quiser remover o programa bastará apagar manualmente os 4 itens citados no parágrafo anterior.

Agora é o momento de realizar o download do **DOSBox** e, em seguida, executar sua instalação. Após instalar basta clicar em seu ícone para executá-lo. Ao entrar em operação o programa apresenta duas telas, sendo uma delas similar a da **Figura 2**. O *drive Z* apresentado é um disco virtual com os arquivos básicos necessários para sua operação. Ele é criado na memória RAM do computador e não no disco rígido.

```

DOSBox 0.72, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: DOSBox
Welcome to DOSBox v0.72

For a short introduction for new users type: INTRO
For supported shell commands type: HELP

If you want more speed, try ctrl-F8 and ctrl-F12.
To activate the keymapper ctrl-F1.
For more information read the README file in the DOSBox directory.

HAVE FUN!
The DOSBox Team

Z:\>SET BLASTER=A220 I7 D1 H5 T6
Z:\>SET ULTRASND=240,3,3,5,5
Z:\>SET ULTRADIR=C:\ULTRASND
Z:\>

```

Figura 2 – Tela do DOSBox

O DOSBox oferece uma série de opções e comandos que não serão apresentados neste documento. Somente dois comandos serão necessários para executar o simulador: **mount** e **exit**. O comando **exit** será usado após o uso do simulador, para encerrar o DOSBox, fechando sua tela e removendo-o da memória RAM. O comando **mount** permite que o do DOSBox tenha acesso ao diretório real onde está instalado o simulador. Lembre-se que você pode usar “**ALT ENTER**” para mudar a apresentação para tela cheia ou retornar ao modo janela.

No *prompt* do DOSBox digite “**mount c c:**” e tecele *enter*, como mostra a **Figura 3**. Observe que o programa apresenta uma mensagem de alerta sugerindo que é arriscado realizar a montagem do diretório raiz. Isso faz sentido, pois o usuário, via DOSBox, terá total acesso a todos os arquivos do disco rígido. Porém, o uso do simulador não coloca em risco nenhum arquivo do computador e, dessa forma, não é necessário ter preocupações com esse alerta.

```

Z:\>mount c c:\
Mounting c:\ is NOT recommended. Please mount a (sub)directory next time.
Drive C is mounted as local directory c:\
Z:\>_

```

Figura 3 – Montagem do diretório raiz

3. Acionando o software de simulação

No ambiente do DOSBox digite “c:” para ir para esse *drive*. Note que o *prompt* irá mostrar “C:\>” agora, ao invés de “Z:\>” como antes. Basta agora digitar “fadal” para que o arquivo **fadal.bat** seja executado. Esse arquivo de lote carrega um *driver* de mouse para ambiente DOS (mouse.com) e apresenta a tela inicial do simulador, igual à da **Figura 4**. Infelizmente não há garantia que o mouse irá funcionar em todos os sistemas. Caso isso ocorra, edite o arquivo “FADAL.BAT” e apague a terceira linha onde está escrito *mouse*, pois há casos onde o próprio sistema operacional dá acesso ao mouse ao DOSBox.

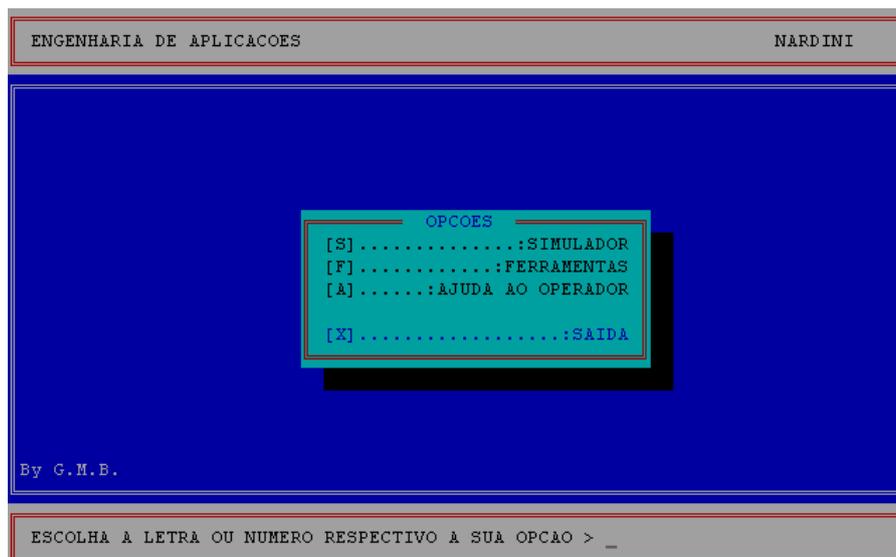


Figura 4 - Menu de abertura

A opção **S** aciona o simulador, e será detalhada adiante. A opção **F** traz opções para envio e recebimento de programas através de interface serial, configurações e outras ferramentas. A tecla **A** traz algumas opções de ajuda. Para sair do programa e retornar ao DOSBox utiliza-se a opção **X**. Para encerrar o DOSBox digite em seu *prompt* “exit”.

4. Editor/Simulador

A *interface* de edição do *software* de simulação é igual a interface real da Fadal. É composta por uma área onde visualiza-se o programa (a maior parte da tela) e a área de menus, na parte inferior. Para alternar entre os menus principais deve-se utilizar a barra de espaços.

A **Figura 5** apresenta o menu de comandos (comandos de operação) enquanto que a **Figura 6** mostra o menu de funções (comandos de edição). Algumas opções dos menus não são funcionais, pois não há como simulá-las, ou seja, na máquina real esses comandos executam alguma atividade. No simulador não se mostra nada na tela.

```

<N1 O666 (SIMBOLO DA EFEI
N40 G0 G17 G40 G80 G90 M5 M9 H0 Z0
N60 M6 T1
N80 S500 M3 E1 X-8.41 Y49.51
N100 H1 M8 Z3.
N120 (INICIO DA ENGRENAGEM
N140 G1 Z0 F10.
N160 G1 X-8.41 Y49.51 F10.
N180 X-10.29 Y60.58
N200 G3 X-31.88 Y52.53 R0+61.45
N220 G1 X-26.06 Y42.93
N240 G3 X-41.78 Y27.87 R0+50.22
N260 G1 X-51.12 Y34.1
N280 G3 X-60.13 Y12.68 R0+61.45
N300 G1 X-49.14 Y10.36
N320 G3 X-49.44 Y-8.81 R0+50.22
N340 G1 X-60.5 Y-10.78
N360 G3 X-51.5 Y-33.53 R0+61.45
-----PRESS H FOR HELP, SPACE FOR FUNCTION MENU--
1-SETUP          4-HOME AXES          7-DIAGNOSTICS
2-MEMORY         5-RESET              8-LAST SCREEN
3-MDI            6-COMMAND MODE      9-QUIT TO DOS      V-VIEW GRAPHICS SCREEN

```

Figura 5 - Menu de comandos de operação.

```

<N1 O666 (SIMBOLO DA EFEI
N40 G0 G17 G40 G80 G90 M5 M9 H0 Z0
N60 M6 T1
N80 S500 M3 E1 X-8.41 Y49.51
N100 H1 M8 Z3.
N120 (INICIO DA ENGRENAGEM
N140 G1 Z0 F10.
N160 G1 X-8.41 Y49.51 F10.
N180 X-10.29 Y60.58
N200 G3 X-31.88 Y52.53 R0+61.45
N220 G1 X-26.06 Y42.93
N240 G3 X-41.78 Y27.87 R0+50.22
N260 G1 X-51.12 Y34.1
N280 G3 X-60.13 Y12.68 R0+61.45
N300 G1 X-49.14 Y10.36
N320 G3 X-49.44 Y-8.81 R0+50.22
N340 G1 X-60.5 Y-10.78
N360 G3 X-51.5 Y-33.53 R0+61.45
-----PRESS SPACE FOR COMMAND MENU--
U-UP            F-FUNCTIONS        C-CHANGE          S-SEARCH          N-NUMBER
D-DOWN          G-GRAPHICS         I-INSERT          R-REPLACE         O-COPY
ENTER-PAGE DOWN  BACKSPACE-PAGE UP  DEL-DELETE        P-PROGRAM

```

Figura 6 - Menu de funções (comandos de edição).

Os menus são auto-explicativos, ou seja, apresentam a tecla de ação, seja letra ou número, e uma rápida descrição de sua função. No computador tem-se a possibilidade de utilizar as teclas de movimentação do cursor (↑ e ↓) para que se possa mover entre as linhas do programa, ao invés das teclas U e D.

5. Menu de comandos (command menu)

O menu de comandos tem suas opções acionadas pelos números de 1 à 9 (com exceção da opção de visualização da tela gráfica, que utiliza a tecla **V**). Serão apresentadas apenas as sequências de opções necessárias para executar as principais tarefas.

Digitar os dados das ferramentas:

1-Setup, 1-Tool, 3-Offset Table.

O *setup* de ferramentas envolve a digitação do diâmetro e do comprimento em uma tabela (tabela de *offset's*). A **Figura 7** ilustra a tela onde estes valores são fornecidos. Para entrar com os dados utiliza-se a opção *1-New Value*, que solicitará o número da ferramenta (*offset number*) e em seguida o diâmetro (*diameter*) e o comprimento (*length*). Para os fins de simulação é interessante deixar o comprimento com o valor zero.

NO.	DIA	LENGTH	NO.	DIA	LENGTH	NO.	DIA	LENGTH
1			13			25		
2			14			26		
3			15			27		
4			16			28		
5			17			29		
6			18			30		
7			19			31		
8			20			32		
9			21			33		
10			22			34		
11			23			35		
12			24			36		

TOOL TURRET LOCATION IS NOT SET
 PRESS: 1- NEW VALUE 2- MODIFY VALUE MANUAL- ABORT
 ENTER- NEXT PAGE BACKSPACE- PREVIOUS PAGE<

Figura 7 – Tabela de *offset's* de ferramentas

Apagar o programa atual

2-Memory, 5-Clear, 1-Current program, Y <enter>.

Apagar um programa da memória

2-Memory, 2-Program Library, 5-Remove Old Program, <nº>, <enter>.

Trocar o programa atual

2-Memory, 2-Program Library, 1-Switch to anoder program, <nº>, <enter>.

Listar os programas na memória

2-Memory, 2-Program Library, 2-Display program numbers

Criar um novo programa

2-Memory, 2-Program Library, 3-Start a new program, <nº>, <enter>.

Ler um programa do disco

2-Memory, 3-Input/Output, 1-Input, 1-Begin

A tela de acesso às unidades de disco é mostrada na **Figura 8**. Observa-se que do lado direito encontra-se, na parte superior, o nome do programa atualmente selecionado.

Logo abaixo se tem as linhas iniciais do programa e na parte inferior (nem sempre disponível) o resultado da simulação. No lado esquerdo da tela encontra-se os acessos às unidades de disco, uma opção para retornar ao diretório superior (*Go back a directory*) e os arquivos do diretório atual. O diretório padrão de acesso é **prog1** que está dentro de **fadal1**, ou seja, “C:\>fadal1\prog1” (mostrado na parte inferior da tela).

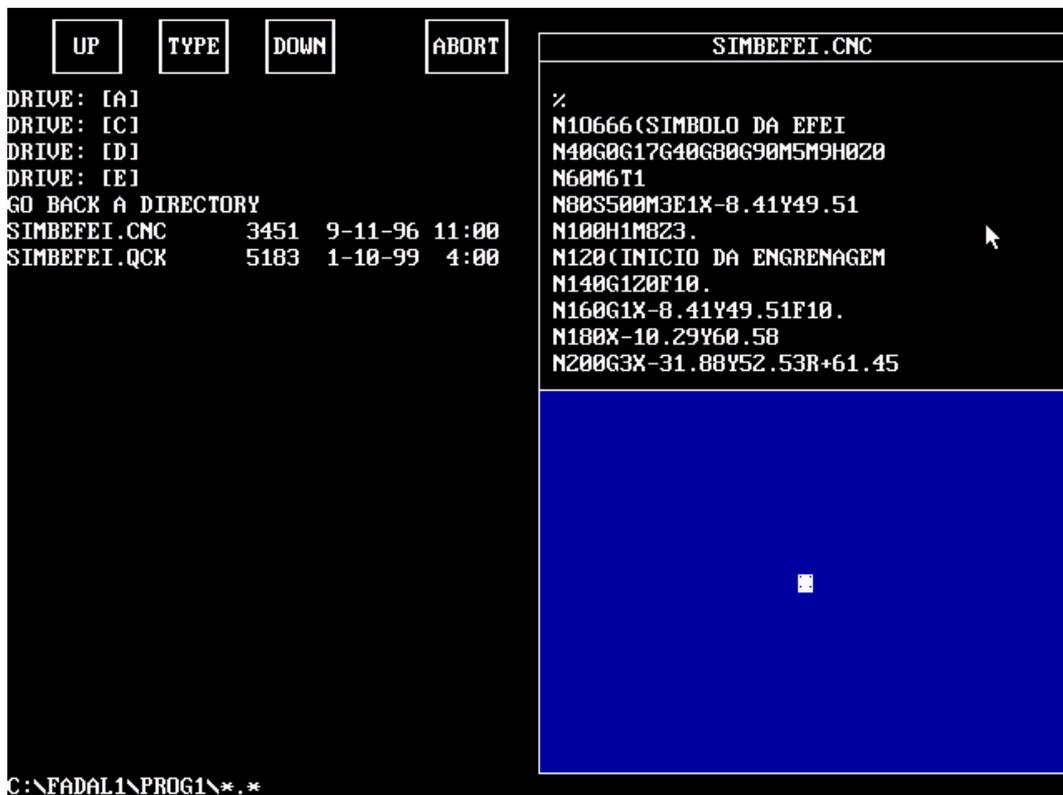


Figura 8 – Tela de acesso às unidades de disco.

Os quatro botões na parte superior têm as seguintes funções: *Up* e *Down* fazem a rolagem dos arquivos quando ocupam mais de uma tela, *Type* permite digitar o nome do arquivo desejado e *Abort* sai desta tela (o mesmo ocorre com a tecla ESC). Após selecionar o arquivo desejado deve-se clicar com o mouse no nome do arquivo (lado superior direito da tela) para que seja carregado no simulador.

Gravar um programa no disco

2-Memory, 3-Input/Output, 2-Output, 1-Begin

Esta opção utiliza a mesma tela apresentada no item anterior. Bastará clicar em *Type* e digitar o nome do arquivo para, em seguida, clicar com o mouse em seu nome e gravar o arquivo no disco. Observe que o nome do arquivo deve manter a regra do DOS, ou seja, 8 caracteres + ponto + 3 caracteres. Não use acentos e, preferencialmente use “TXT” após o ponto para facilitar a visualização do programa salvo.

6. Menu de funções (function menu)

O menu de comandos tem suas opções acionadas por letras. São opções bastante simples e devido a isto serão apenas colocadas as principais tarefas.

Como inicio a digitação de um programa?

Após criar um novo programa, use a tecla **I** (*insert*) para inserir linhas.

Como encerro a digitação de um programa?

Tecele *enter* com a linha vazia.

Como adiciono novas linhas ao programa?

Posicione o cursor na linha acima de onde quer inserir e use a tecla **I** (*insert*). Uma nova linha será aberta entre a linha onde o cursor se encontrava e a linha seguinte.

Como apago uma linha do programa?

Posicione o cursor sobre a linha que deseja apagar, use a tecla **DEL**, e em seguida selecione a opção *1-Current Line* (linha atual).

Como apago várias linhas ao mesmo tempo?

Use a tecla **DEL**, e em seguida selecione a opção *2-Multiple Lines* (múltiplas linhas). Em seguida digite o número da linha inicial (*first line number*) e tecele *enter*. Depois digite o número da última linha (*last line number*) e tecele *enter* novamente.

Como acertar a numeração das linhas do programa?

Use a tecla **R** e em seguida digite o número que deseja para incrementar a numeração (*n-word increment*). Por exemplo, se desejar que as linhas sejam numeradas de 10 em 10, digite 10 e tecele *enter*.

Como copiar uma parte do programa?

Use a tecla **O**, digite o número da primeira linha da parte que deseja copiar (*first line number*) e tecele *enter*. Em seguida digite o número da última linha (*last line number*) e tecele *enter*. Para finalizar digite o número da linha que antecede a posição onde deseja que as linhas copiadas sejam inseridas (*insert after line number*) e tecele *enter*.

Como se acrescenta algo em uma linha que já foi digitada?

Posicione o cursor na linha que deseja fazer a inclusão e use a tecla **C**. A área de menu será apagada para receber a linha que sofrerá a inclusão. O cursor se posicionará na linha seguinte e aguardará a digitação. Basta digitar e teclar *enter*. A linha que foi

copiada para a área de menu é atualizada, e ainda pode sofrer novas inclusões. Após encerrar todas as inclusões tecla *enter* novamente e a linha atualizada será levada para o programa.

Como se corrige algo em uma linha que já foi digitada?

Posicione o cursor na linha que deseja fazer a correção e use a tecla **C**. A área de menu será apagada para receber a linha que sofrerá a correção. O cursor se posicionará na linha seguinte e aguardará a digitação. Basta digitar novamente apenas o que se deseja alterar na linha e teclar *enter*. A linha que foi copiada para a área de menu é atualizada, e ainda pode sofrer novas alterações. Após encerrar todas as alterações tecla *enter* novamente e a linha atualizada será levada para o programa.

7. Simulação gráfica

Para executar-se a simulação gráfica deve-se teclar **G**. É então apresentada uma tela como a da **Figura 9**.

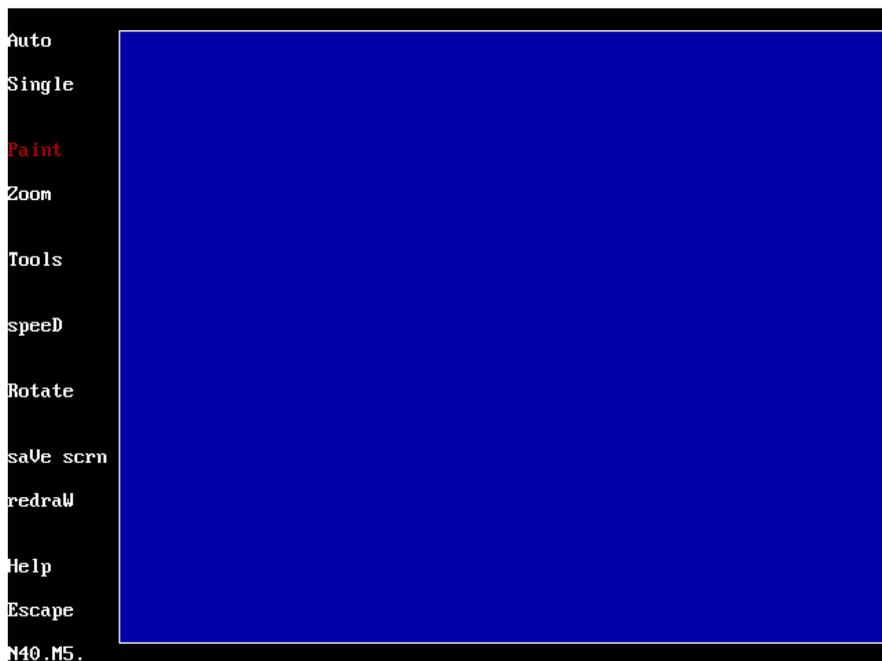


Figura 9 - Tela do simulador gráfico.

O menu lateral pode ser acionado com o mouse (movimentando-o para cima e para baixo). As opções também são acionadas através das letras maiúsculas.

Para que os cálculos envolvendo a compensação de raio de ferramenta sejam executados corretamente pela simulação deve-se ter certeza de que seus diâmetros corretos foram digitados, como mostrado na **Figura 7**.

Esses valores de diâmetros não são automaticamente passados da tabela de ferramentas para o simulador gráfico. Dessa forma é necessário realizar esse ajuste antes de qualquer simulação. Para tanto acesse a opção **T** (*tools*), que levará para a tela mostrada pela **Figura 10**.

Tool Name	Number	Diameter	Color
Get table	1	0.5000	White
Put table	2	0.0000	Red
Load tools	3	0.0000	Magenta
Save tools	4	0.0000	Brown
page Up	5	0.0000	Grey
page Down	6	0.0000	Blue
diameter	7	0.0000	Green
Reset	8	0.0000	Cyan
	9	0.0000	Red
	10	0.0000	Magenta
	11	0.0000	Yellow
Continue	12	0.0000	White

Figura 10 - Definição das ferramentas do simulador.

Nesta tela é possível digitar os valores de diâmetro de cada ferramenta, porém a opção **Get Table** (primeira opção desta tela) busca todos os valores diretamente da tabela de ferramentas.

Também se pode alterar a cor com que cada ferramenta é representada na tela. Movimentando o mouse para esquerda tem-se acesso ao menu e, nela, movimentando-se para cima e para baixo seleciona-se a opção desejada. Movimentando o mouse para a direita tem-se acesso a tabela de ferramentas. Nesta tabela o número da esquerda indica o número da ferramenta, enquanto a coluna central mostra o diâmetro atualmente definido. Clicando neste número pode-se digitar um novo valor para o diâmetro.

A coluna da direita apresenta a cor atualmente relacionada à ferramenta. Para alterá-la basta clicar sobre a cor atual e o cursor saltará para o lado direito da tela onde é possível selecionar a nova cor. Deve-se tomar o cuidado de não escolher para a ferramenta a mesma cor do fundo da área de simulação ou de uma mesma ferramenta que irá se sobrepor a outra.

Esta tela não existe no simulador real da Fadal, que possui menos recursos. Desta forma, a simulação no computador permite uma melhor depuração do programa.

Para executar o programa atual no modo automático tecele **A** (opção *Auto*). A tecla **S** (opção *Single*) executa o programa linha por linha. As trocas de ferramentas são indicadas por um sinal sonoro (*Beep*).

O resultado de uma simulação deve ser similar ao apresentado pela **Figura 11**. Para sair dessa tela e retornar ao modo de edição, tecele ESC.

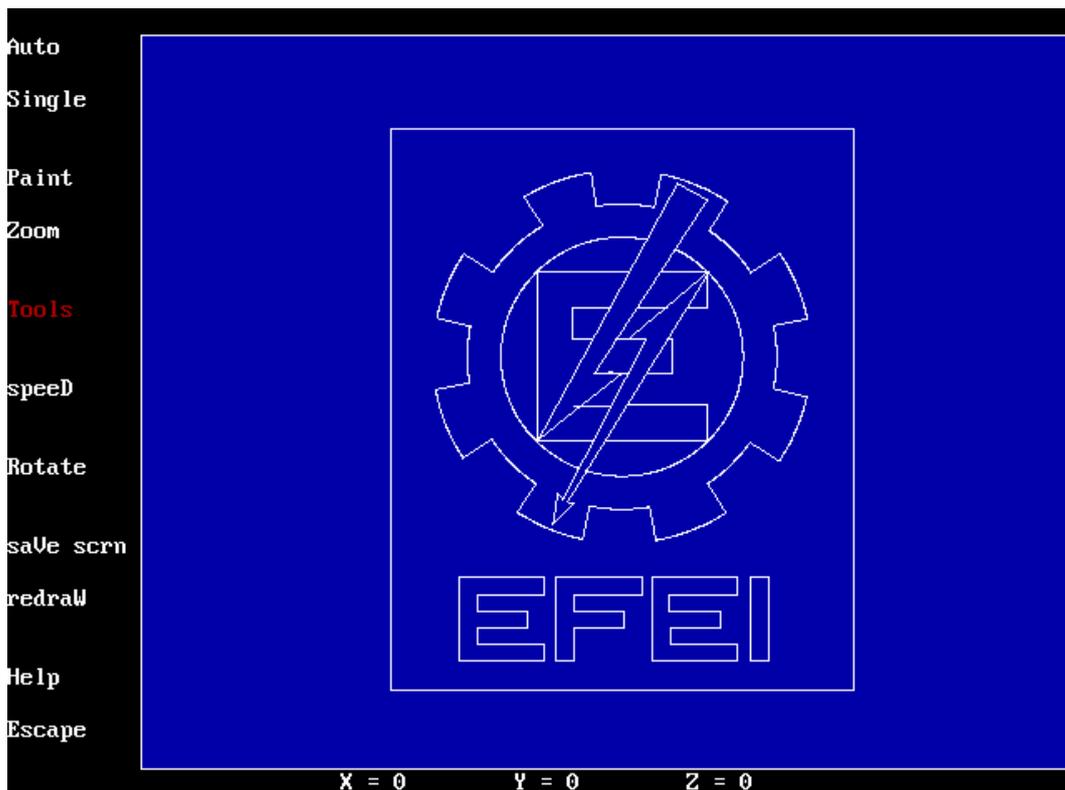


Figura 11 - Simulação de um programa

Uma observação importante deve ser feita com relação a opção **Rotate** (a sétima opção do menu, de cima para baixo na **Figura 11**). Esta opção abre um novo menu que permite rotacionar os eixos e possibilitar a visualização da simulação por outro ponto de vista. A **Figura 12** ilustra, por exemplo, a rotação XY CCW (plano XY rotacionado no sentido anti-horário) com três cliques do mouse combinada com a rotação YZ CCW também com três cliques (agora a rotação foi do plano YZ, também no sentido anti-horário). Note pela figura que dois eixos estão desenhados de forma tracejada. Isso significa que estão “entrando” na tela. É uma visão em perspectiva próxima da que se têm quando se está em frente a máquina real: eixo Z sobe verticalmente, eixo X “cresce” para o lado direito e o eixo Y “cresce” para frente.

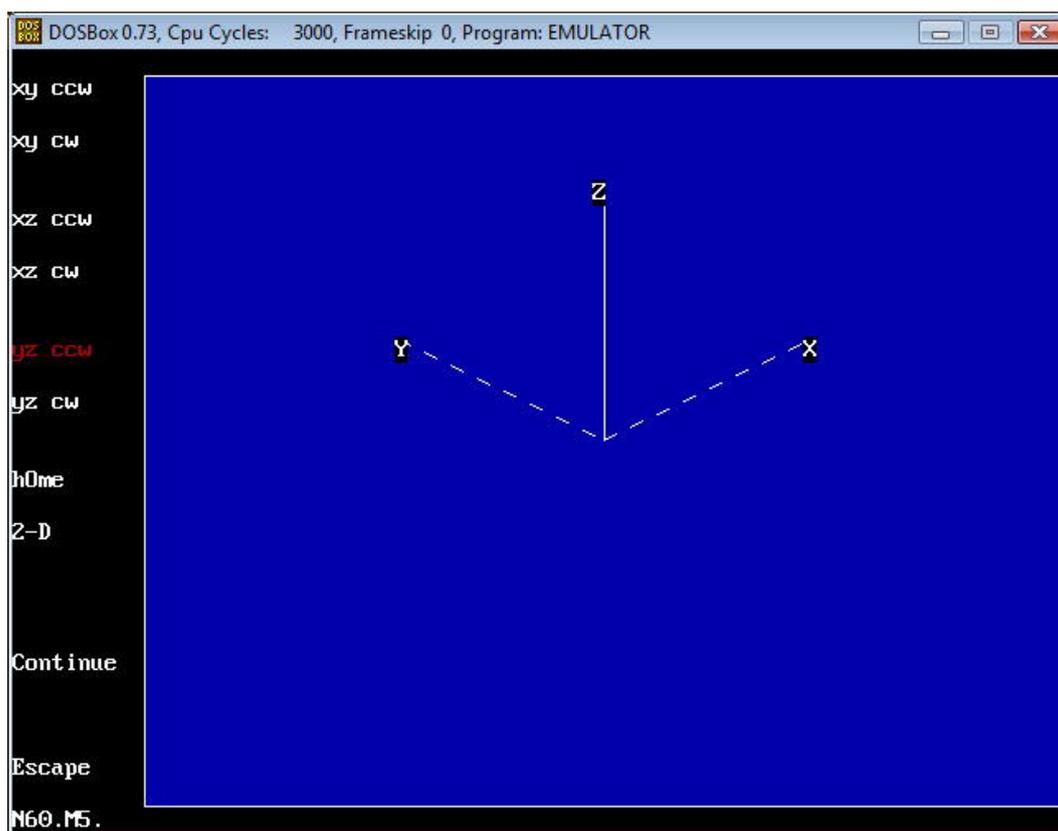


Figura 12 – Definindo um novo ponto de vista para a simulação.

É muitas vezes de extrema importância executar a simulação em vistas laterais para certificar que a ferramenta está posicionada corretamente no eixo Z. Esta é uma possibilidade oferecida apenas no simulador do PC. O simulador do comando real só executa as simulações em vista de topo e vista isométrica.

Outra ferramenta importante é a simulação com o desenho do diâmetro da ferramenta ou apenas o caminho do centro dela. Isto é selecionado também na opção **Rotate**, pelos itens h0me e 2-D. Usando a opção home tem-se o desenho do caminho do centro da ferramenta. A opção 2-D desenha o diâmetro da ferramenta, o que pode auxiliar muito nas simulações. A **Figura 13** ilustra uma parte do desenho executado com as duas opções (o desenho da direita foi feito com o diâmetro de 2 mm).

A opção **2-D** é afetada pela opção **Speed** do menu principal, que permite selecionar entre **Fast** (rápido), **Médium** (intermediário) e **Slow** (lento). O ideal é utilizar a opção **S** (*slow*) sempre, pois gera melhor definição e não prejudica o tempo de simulação com o poder de processamento disponível atualmente.

A opção **Zoom** permite ajustar o quanto da área de simulação vai ser apresentada. O zoom apresenta a opção **Full Table** que mostra toda a área de simulação. Para definir

a região de zoom deve-se clicar com o mouse no canto superior esquerdo e, mantendo o botão do mouse pressionado, move-lo até o canto inferior direito. Em seguida utilize a opção **Continue** do menu da esquerda.

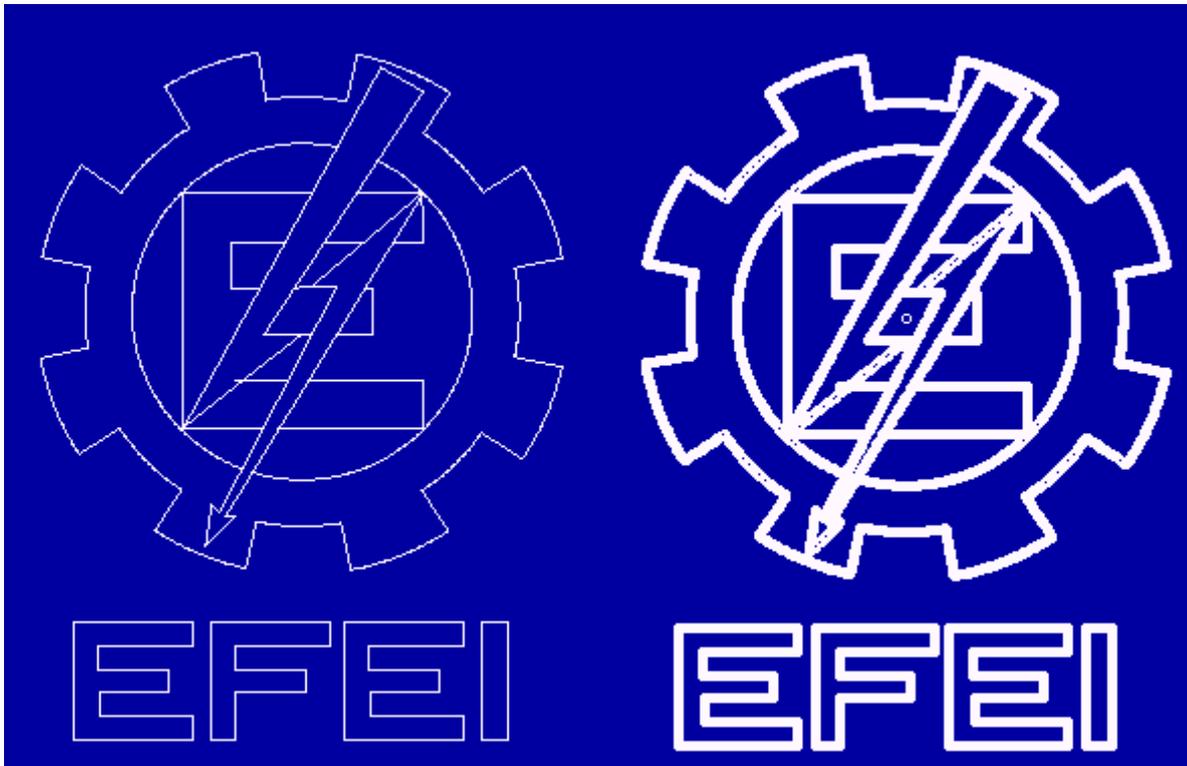


Figura 13 – Simulações nas opções home e 2-D.

A opção **Save scrn** (salva a tela), é acionada pela tecla **V**, e salva a imagem gráfica que poderá ser visualizada posteriormente também pela tecla **V** do menu de comandos.

Observação final: durante o uso do simulador pode-se teclar **<alt-g>** para obter uma janela com a listagem dos códigos CNC aceitos e seus parâmetros.

Consulta rápida

Digitar os dados das ferramentas: 1-Setup, 1-Tool, 3-Offset Table.

Apagar o programa atual: 2-Memory, 5-Clear, 1-Current program, Y.

Apagar um programa da memória: 2-Memory, 2-Program Library, 5-Remove Old Program.

Trocar o programa atual: 2-Memory, 2-Program Library, 1-Switch to anoder program.

Listar os programas na memória: 2-Memory, 2-Program Library, 2-Display program numbers

Criar um novo programa: 2-Memory, 2-Program Library, 3-Start a new program.

Ler um programa do disco: 2-Memory, 3-Input/Output, 1-Input, 1-Begin

Gravar um programa no disco: 2-Memory, 3-Input/Output, 2-Output, 1-Begin

Como inicio a digitação do programa? Após criar um novo programa, use a tecla **I** (insert).

Como encerro a digitação de um programa? Tecele <enter> com a linha vazia.

Como adiciono novas linhas ao programa? Tecele **I** para inserir linhas abaixo da linha onde está o cursor.

Como apago uma linha do programa? Posicione o cursor sobre a linha, use a tecla **DEL**, e a opção **1**.

Como apago várias linhas ao mesmo tempo? Use a tecla **DEL**, e a opção **2-Multiple Lines**.

Como acertar a numeração das linhas do programa? Use a tecla **R**.

Como copiar uma parte do programa? Use a tecla **O**.

Como se acrescenta ou corrigir algo em uma linha que já foi digitada? Use a tecla **C**.

Como pode-se acessar a tela de simulação? Use a tecla **G**.

Como executa-se a simulação no modo automático? Use a tecla **A**.

Como executa-se a simulação no modo passo-a-passo? Use a tecla **S**.

Desejo ver o diâmetro da ferramenta na simulação. Use a tecla **R** e em seguida a tecla **D**.

Desejo apenas o caminho do centro na simulação. Use a tecla **R** e em seguida a tecla **O**.

Simulação usando diâmetros de ferramenta errados. Use a tecla **T** (tool) e em seguida a opção **Get Table**.

Como observar a simulação de um outro ponto de vista? Use a opção **Rotate** (tecla **R**).

A simulação não é visível ou é parcialmente mostrada. Use a opção **Zoom** (tecla **Z**) e em seguida a opção **Full Table**. Tecele **A** para simular novamente. Use novamente a tecla **Z** e com o mouse marque a área de interesse. Use a opção **Continue** e tecele **A**.