

FIGURA 55 – Corte da parte central

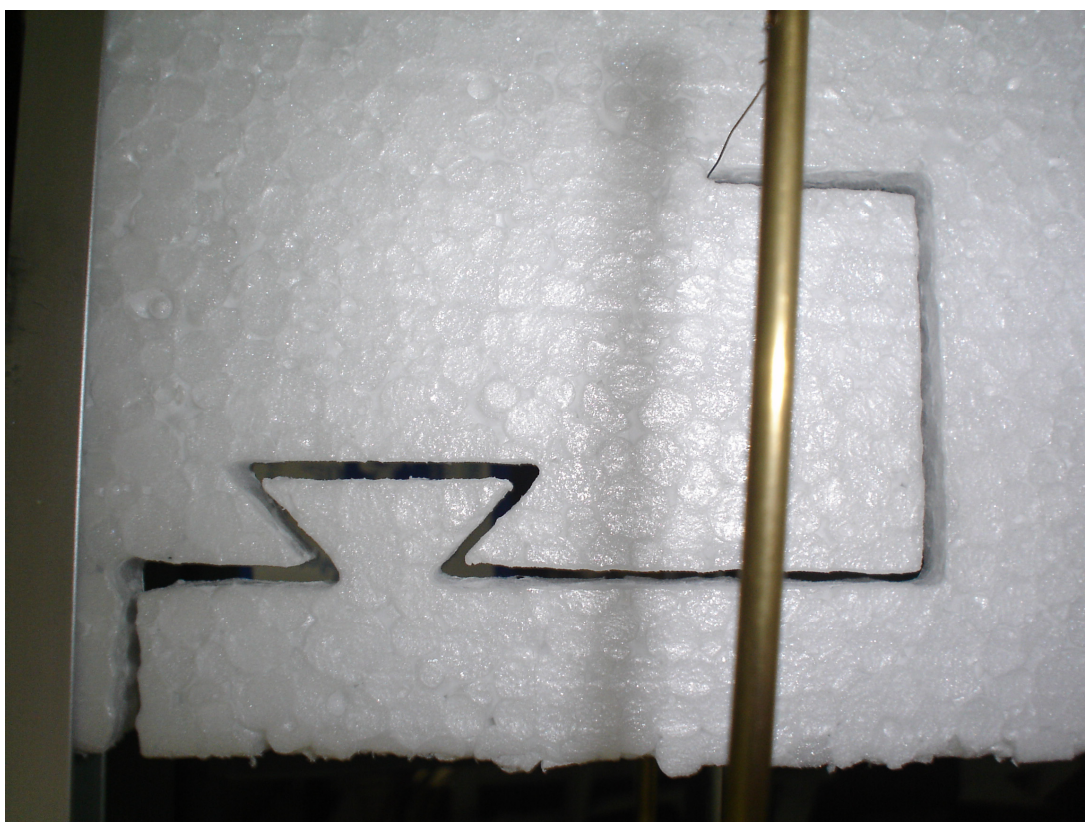


FIGURA 56 – Corte da parte posterior

A figura 57 mostra as peças produzidas (cortadas) para montagem do sólido (figura 58).

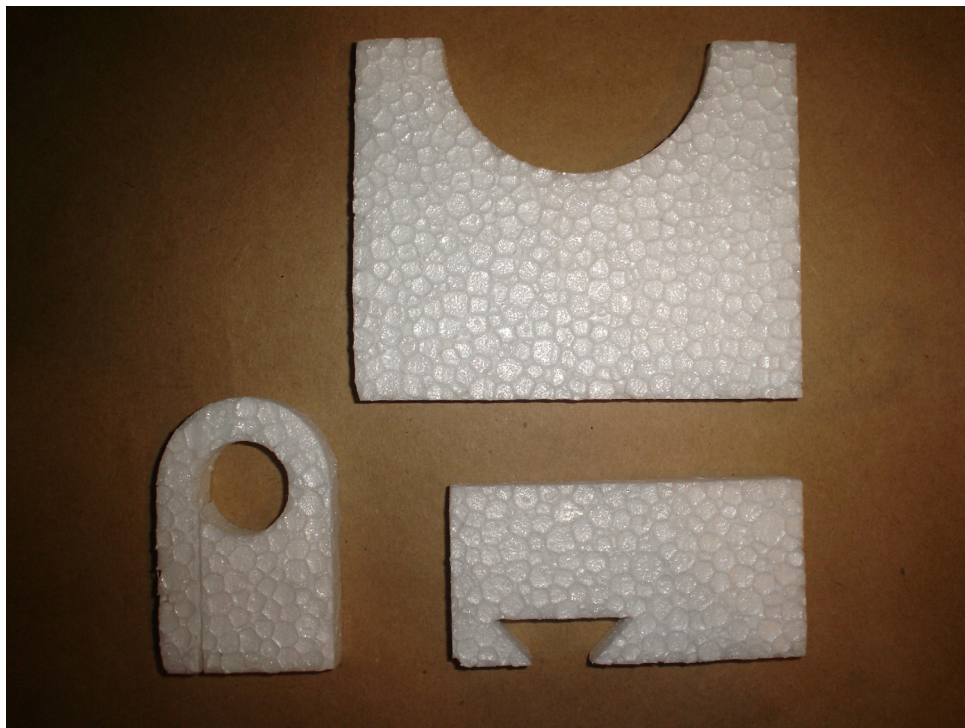


FIGURA 57 – Corte da parte central



FIGURA 58 – Sólido montado usando-se o princípio de prototipagem rápida

## 6 CONCLUSÕES

As empresas do setor metal-mecânico investem em modernização tecnológica, devido a grande competitividade causada por um comércio globalizado, pelo alto grau de exigência dos consumidores, por produtos de qualidade e pela grande variedade de produtos novos lançados no mercado a cada ano.

Devido ao alto custo de equipamentos CNC, as pequenas e médias empresas restringem-se a aquisição de poucos equipamentos, tendendo a adequação de equipamentos já existentes nas empresas através de tecnologias de baixo custo para manter-se competitivas e tornar a produção mais flexível.

Este trabalho de pesquisa, cujo objetivo principal foi o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que pudesse ser utilizada para simulação e execução de programas CNC utilizando motores de passo para movimentação dos eixos em um protótipo desenvolvido no NAFA, também poderia ser utilizado para modernização de máquinas-ferramenta que não possuam grande carga em seus eixos, como nos processos de corte por oxiacetileno, laser, plasma e jato d'água. Nestes processos não existe atrito entre a ferramenta e a peça, deste modo não existe carga, além do peso do cabeçote da ferramenta, para a movimentação dos eixos.

Esta ferramenta computacional poderá ser utilizada em pequenas empresas da área metal-mecânica, em processos que não apresentem atrito entre a ferramenta e o material e para fins didáticos (testar programas CNC, criar objetos através de prototipagem rápida, ensino de programação CNC, ect...)

Como se viu através dos resultados, esta ferramenta computacional possui as características necessárias para o fim que se propôs, tendo a função de interpretar um programa CNC, simular o seu resultado e comandar a movimentação dos eixos através do acionamento dos motores de passo e utiliza uma precisão milesimal de até três casas decimais na interpretação dos programas CNC.

Durante os testes desta ferramenta computacional foi encontrado o problemas da não execução de um círculo completo, solucionado em parte, pela execução de dois semi-círculos.

Nos testes realizados ocorreram alguns problemas. No entanto, entende-se que a inclusão de novas rotinas a esta ferramenta, em continuidade deste trabalho, possa solucionar tais problemas. Isto implicará em novas pesquisas para seu

aprimoramento, o que certamente envolverá ainda mais pesquisadores em busca de benefícios para esta área.

Algumas sugestões de trabalhos futuros que poderiam ser implementadas neste sistema são:

- Executar escalas no Programa CNC utilizado, isto é, aumentar ou diminuir as dimensões do desenho, sem ter que reescreve-lo;
- Mostrar as coordenadas da ferramenta;
- Trabalhar com sistema incremental das coordenadas para o ponto zero do trabalho;
- Implementar comandos, dentro do sistema, para acionamento de dispositivos externos como fluido refrigerante, acionamento de oxigênio ou plasma;
- Possibilitar o retrocesso da ferramenta pelo mesmo caminho de avanço, quando esta for obrigada a voltar para um ponto específico para recomeçar o trabalho a partir deste ponto (ex: quando apaga a chama de uma ferramenta de corte de oxiacetileno);
- Implementar o avanço passo a passo ou a cada linha de código;
- Definir como prioritária a execução deste sistema sobre os outros aplicativos em uso no computador, para que o processador seja de uso quase que exclusivo deste sistema, para que este não torne-se lento.

## REFERÊNCIAS

- ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos.** Disponível em <<http://www.abimaq.org.br/>>
- ANDERL, R.; CLAASSEN, E. **Virtual Product Development Based on Product Data Technology.** In: Seminário de Alta Tecnologia, 3., 1998, Santa Bárbara Doeste. Anais. Santa Bárbara Doeste, UNIMEP, 1998.
- BALDUINO FILHO, Jovelino. **Desenvolvimento de um Protótipo de uma Mesa X-Y para Corte e Solda, Aplicando Técnicas da Qualidade Total.** Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Engenharia Mecânica, 2001.
- BOLWIJN, P. T.; KUMPE, T. **Manufacturing in the 1990's: productivity, flexibility and innovation.** Long Range Planning. v.23, n.4, 1990.
- BRUSSO, Deisi Bassi. **Software de Interface entre Equipamento Eletrônico para Ensaio de Incubadoras c Microcomputador Pc.** Monografia do Curso de Ciência da Computação - Instituto de Ciências Exatas e Geociências - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.
- CANTU, Marco. **Dominando o Delphi.** São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1996.
- Características Eletro-Mecânicas das Máquinas.** Disponível em <[http://www.umc.br/~mmarques/umc\\_2004/cam/](http://www.umc.br/~mmarques/umc_2004/cam/)>
- CIMM – Centro de Informação Metal Mecânica.** Disponível em <<http://www.cimm.com.br/>>
- Conhecimento sobre Prototipagem Rápida.** Disponível em: <<http://www.cimject.ufsc.br/inicial.htm>>
- Controle de Motores de Passo Unipolares de Quatro Fases de Ímã Permanente.** Disponível em <[http://br.geocities.com/gedaepage/Doc/MP\\_5fios.htm](http://br.geocities.com/gedaepage/Doc/MP_5fios.htm)>
- CORNELL, Gary; STRAIN, Troy, **Delphi – Segredos e Soluções.** São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1995.
- CORRÊA, L. H., GIANESI, I., **Just-in-Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** São Paulo: Atlas, 1993.
- COSTA, Carlos Alberto. **Processos de Fabricação 2.** Disciplina do Curso de Extensão em Design de Móveis. Universidade de Caxias do Sul. Disponível em <<http://hermes.ucs.br/ccet/demc/cacosta/>>
- DAMASCENO Jr., Américo. **Delphi Avançado.** São Paulo: Érica, 1995.
- DEMEC/EE/UFMG.** Disponível em <<http://www.demec.ufmg.br/>>

- EME56 – Tecnologia de Fabricação IV.** Apostila do Prof. José Hamilton Chaves Gorgulho Júnior. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Itajubá - Agosto de 2002. Disponível em <<http://www.iem.efei.br>>
- FEDEL, Roberto. **Metodologia de Desenvolvimento de Equipamento para Alimentar Deficientes Físicos.** Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita/Ilha Solteira, Curso de Engenharia Elétrica, 2004.
- FERREIRA, Erwin Rommel. **Planejamento de Trajetória e Simulação para Robôs Manipuladores.** Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Pernambuco, Curso de Engenharia Mecânica, 2003.
- FIGUEIRA, Ricardo Jorge Costa de Moraes. **CAD/CAE/CAM/CIM.** Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Departamento de Engenharia Informática, 2002/2003.
- FURQUIM, Alexandro. **Robô Móvel Microcontrolado para Ambientes Estáticos Estruturados.** UnicenP – Centro Universitário Positivo, Curitiba, 2003.
- GIBBS, D. **CNC Part Programming: A Practical Guide.** London: Cassell Publishers Limited, 1994.
- GORINE, Ana Paula. **Panorama do Setor Moveleiro no Brasil,** com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira. Rio de Janeiro: BNDES, 1998.
- GORNI, Antonio Augusto. **Introdução a Prototipagem Rápida e seus Processos.** Revista Plástico Industrial, 2003. Disponível em <<http://www.gorni.eng.br/protrap.html>>
- GROOVER, Mikell. P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated-Manufacturing.** Prentice-Hall, 2001, 2ª edição.
- HAZELTINE, F. W.; BARAGALLO, R. J. **The Key to Competitive Success in the 1990's.** P&IM Review with APICS News. vol. 10, n.2, February, 1990.
- HENRIQUES, Gonçalo Castro e ESTEVES, Luís Pedro. **Novos Processos de Construção em Arquitetura.** Disponível em <[http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq060/arq060\\_03.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq060/arq060_03.asp)>
- Histórico do CNC.** Disponível em: <<http://www.angelfire.com/va3/aco100/alunos/aran/t1.htm>>
- JORGE, MarcoS. **Delphi 7.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.
- KANITAR, Fátima Passos. **Análise do Desenvolvimento dos Sistemas CAD/CAE/CAM no Brasil nos Diversos Setores do Conhecimento sob a Ótica da Propriedade Industrial.** Dissertação de Mestrado do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, 2005.

LEITE, Bruno Hermes da Fonseca da Costa, LIMA, Ester José Casado de; LEÃO, Fabrício Lopes & PRESTES, Rodrigo Franceski. **Estudo do Motor de Passo e seu Controle Digital**. Trabalho de Sistemas Digitais, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em <[http://recreio.gta.ufrj.br/grad/01\\_1/motor/](http://recreio.gta.ufrj.br/grad/01_1/motor/)>

LYNCH, M. **Computer Numerical Control: Accessory Devices**. New York: McGraw-Hill, 1994.

LYNCH, M. **The Key Concepts of CNC**. Modern Machine Shop, Cincinnati, vol 69, n11A, April 1997.

MARTINS, R. A. **Flexibilidade e Integração no novo paradigma produtivo mundial: estudos de casos**. Dissertação de Mestrado, EESC/USP, São Carlos, 1993.

MESSIAS, Antônio Rogério. **Porta Paralela**. Disponível em <<http://www.rogercom.com>>

MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de. **Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva da Indústria de Madeira e Móveis (CPIMM)**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Relatório - PENSA - FIA - FEA - USP. São Paulo, 2001.

MOREIRA, M. E.; “**Mercado de Moldes Abre suas Portas para CAD/CAM**”, *Revista CADesign*; Ano 8, n. 81, Agosto 2002.

MOREIRA, M. E.; “**O Passado, o Presente e o Futuro**”, *Revista CADesign*, Ano 10, n. 100, Março 2004.

MOTA, A.V.C.S. **O que é Controle Numérico**. PGT/USP-Política e Gestão Tecnológica da Universidade de São Paulo, 2002.

**Motor de Passo**. Disponível em <[http://www.ee.pucrs.br/~terroso/Dicas\\_de\\_HW/Motor\\_de\\_Passo/motor\\_de\\_passo.html](http://www.ee.pucrs.br/~terroso/Dicas_de_HW/Motor_de_Passo/motor_de_passo.html)>

**Motor de Passo**. Disponível em <<http://www.geocities.com/CollegePark/Dorm/8863/motordepasso.htm>>

**Motor\_2004**. Disponível em <[http://www.umc.br/~mmarques/umc\\_2004/cam/](http://www.umc.br/~mmarques/umc_2004/cam/)>

**Mundo CNC**. Disponível em <<http://www.mundocnc.com.br/>>

OLIVEIRA, Flávio Zica de & RUBIO, Juan Carlos Campos. **Cenário de Manufatura Integrada para Produção de Moldes e Matrizes**. Universidade Federal de Minas Gerais, Laboratório de Usinagem e Automação – DEMEC.

PELIZAN, Miguel Antonio. **Proposta de um Dispositivo para Aplicação dos Princípios de Prototipagem Rápida em Fresadoras CNC**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, PPGEP, 2001.

**Porta Paralela**. Disponível em <<http://www.rogercom.com>>

**Porta Paralela**. Disponível em <http://www.mrshp.hpg.ig.com.br/rob/paralela.htm>.

POSTAL, Maurício. **Desenvolvimento e Implementação de CNC para Motores de Passo**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Engenharia Mecânica, 2000.

**Rede Nacional de Prototipagem Rápida**. Disponível em <<http://www2.uninova.pt/rnpr/>>

RÊGO, Attenister Tarcísio. **Automação de Máquina de Solda por Pontos para Modelagem Matemática do Perfil de Temperatura no Aquecimento da Soldagem de Topo de Aço Aisi 409**. Dissertação de Mestrado da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Curso de Engenharia Mecânica, 2004.

RIFFEL, Douglas; SABINO, Marcos Guido; SANTOS Jr., Milton Francisco dos; FACCIIO, Saulo Rodrigo. **Caixa de Cargas Automatizada e Freio Eletromagnético**. Projeto Final de Graduação (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2002.

**Robótica – Porta Paralela**. Disponível em <<http://www.mrshp.hpg.ig.com.br/rob/portapascal.htm>>

SANTOS, Ricardo Adriano dos. **Sistemas CNC**. Disciplina de Usinagem, Curso Técnico em Mecânica, Colégio Técnico Industrial – FUNDACEN. Disponível em <<http://www.netpar.com.br/rsantos/cncz.htm>>

SATO, Flavio Hiochio. **Automação do Sistema de Carregamento em Ensaio Estruturais**. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita/Ilha Solteira, Curso de Engenharia Civil, 2002.

SHULZ, H.; FECHTER, T. A. **Defizite derheutigen werkstück-Programmierung**. Werkstatt und Betrieb, nr127, 1994.

SILVA, Helton Edi Xavier da. & SOBRINHO, Hércules L. de A. **Motor de Passo**. Trabalho da Disciplina de Robótica do Centro Federal de Educação Tecnológica. Natal, 2003.

SILVA, Jefferson Pereira da. **Implementação de uma bancada de Acionamento de Motor de Passo em Malhas Aberta e Fechada**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Curso de Engenharia Elétrica, 1998.

SIMON, Alexandre Tadeu; MAESTRELLI, Nelson Carvalho ; AGOSTINHO, Oswaldo Luiz . **Considerações sobre as Técnicas de Programação CNC Utilizadas no Parque Industrial Brasileiro**. Disponível em <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais10/gestaoqualidprodutividade/>>

SIQUEIRA, Ildeu Lúcio. **Desenvolvimento de uma Interface entre um Programa CAD e os Acionadores dos Motores de Passo de uma Mesa XY através da Porta USB**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Engenharia Mecânica, 2003.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1993.



SPECK, Henderson José. **Proposta de Método para Facilitar a Mudança das Técnicas de Projetos: da Prancheta à Modelagem Sólida (Cad) para Empresas de Engenharia de Pequeno e Médio Porte**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

TAUILE, José Ricardo. **Para (Re)construir o Brasil Contemporâneo**. Editora Contraponto, 2001. Disponível em <<http://www.multirio.rj.gov.br/seculo21>>

**Telecurso 2000**. Disponível em <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/>>

VALLEJOS, Rolando Vargas **Um Modelo para Formação de Empresas Virtuais no Setor de Moldes e Matrizes**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

WECK, Manfred. **Werkzeugmaschinen – Band 3 – Automatisierung und Steuerungstechnik**. VDI Verlag, Düsseldorf, ISBN 3-18-400842-8, 1989.

WEG. **Guia de Aplicação: Servoacionamentos**. WEG Automação, 2005.

WEG. **Módulo 2: Variação de Velocidade**. WEG Indústrias Ltda. Centro de Treinamento de Clientes, 2005.

ZEILMANN, R. P. **Comando Numérico Computadorizado CNC**. Disponível em: <<http://hermes.ucs.br/ccet/demc/rpzeilma/Docs/>>

ZINDULIS, Yuri; BITTENCOURT, Wagner S.; MÜHLEN, Luciano V., SCHOLZ, Thiago A., TRINDADE, Ismael M. **Modelos Físicos Tridimensionais Definidos a Partir de um Desenho em Cad**. Universidade Federal de Santa Maria, Laboratório de Metrologia.