

FIGURA 40 – Geometria 7 utilizada para teste do sistema

TABELA 21 – Programas CNC que foram utilizados para produzir a geometria da figura 40

Programa CNC
G90
x100
g3 x86.61 y49.98 r27
g90
x100.79 y37.01
g2 x100.79 y17.01 i100.79 j27.01
g2 x100.79 y37.01 i100.79 j27.01
g90
x86.61 y49.98
x0 y0

Este teste possibilitou detectar um problema no algoritmo do sistema desenvolvido que foi a não realização de uma circunferência completa, para solucionar este problema temporariamente, esta circunferência foi executada fazendo-se dois arcos consecutivos, como mostra o programa CNC mostrado na tabela 21. A figura 41 mostra a operação de corte desta geometria.

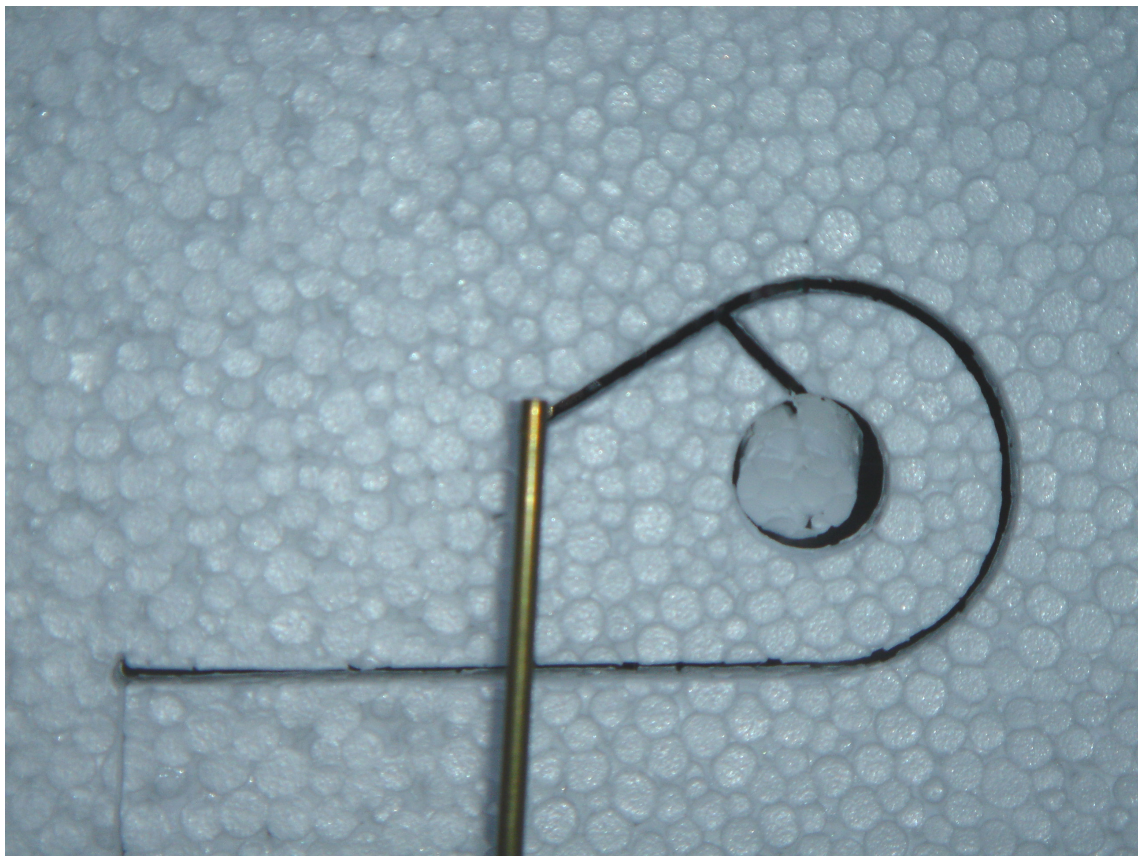


FIGURA 41 – Corte da geometria 7

#### ➡ Teste 8

Este ensaio (exemplo) foi feito para realização de testes de sincronismo dos motores de passo no controle dos eixos X e Y, o que normalmente é uma dificuldade encontrada. Foi realizado o corte da geometria da figura 42 com diferentes ângulos de inclinação das linhas que formam a geometria. Este exemplo também foi executado apenas no 1º quadrante, pois já foi mostrado nos testes acima, que a interpolação linear funciona em qualquer quadrante. Utilizou-se uma precisão de três casas decimais para definir os pontos do desenho e o programa CNC utilizado pra execução deste teste encontra-se na tabela 22.

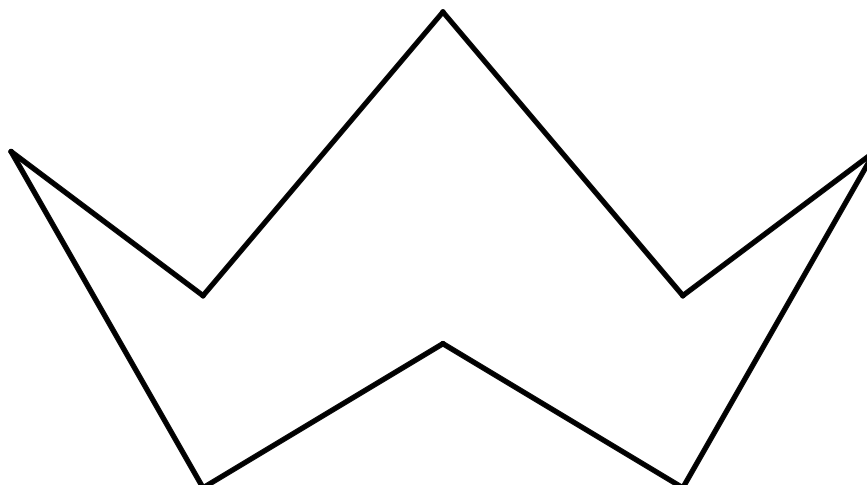


FIGURA 42 – Geometria 8 utilizada para teste do sistema

TABELA 22 – Programas CNC que foram utilizados para produzir a geometria da figura 42

<b>Programa CNC</b>
G90
x80
x180 y60
x280 y0
x360 y140
x280 y80
x180 y200
x80 y80
x0 y140
x80 y0

Não existiu nenhum problema de sincronismo entre os motores de passo, no que diz respeito ao posicionamento, movimentação e velocidade dos dois motores envolvidos (eixo X e Eixo Y), para a realização deste teste e todas as inclinações (ângulos) foram executadas corretamente. A figura 43 mostra a operação de corte desta geometria.

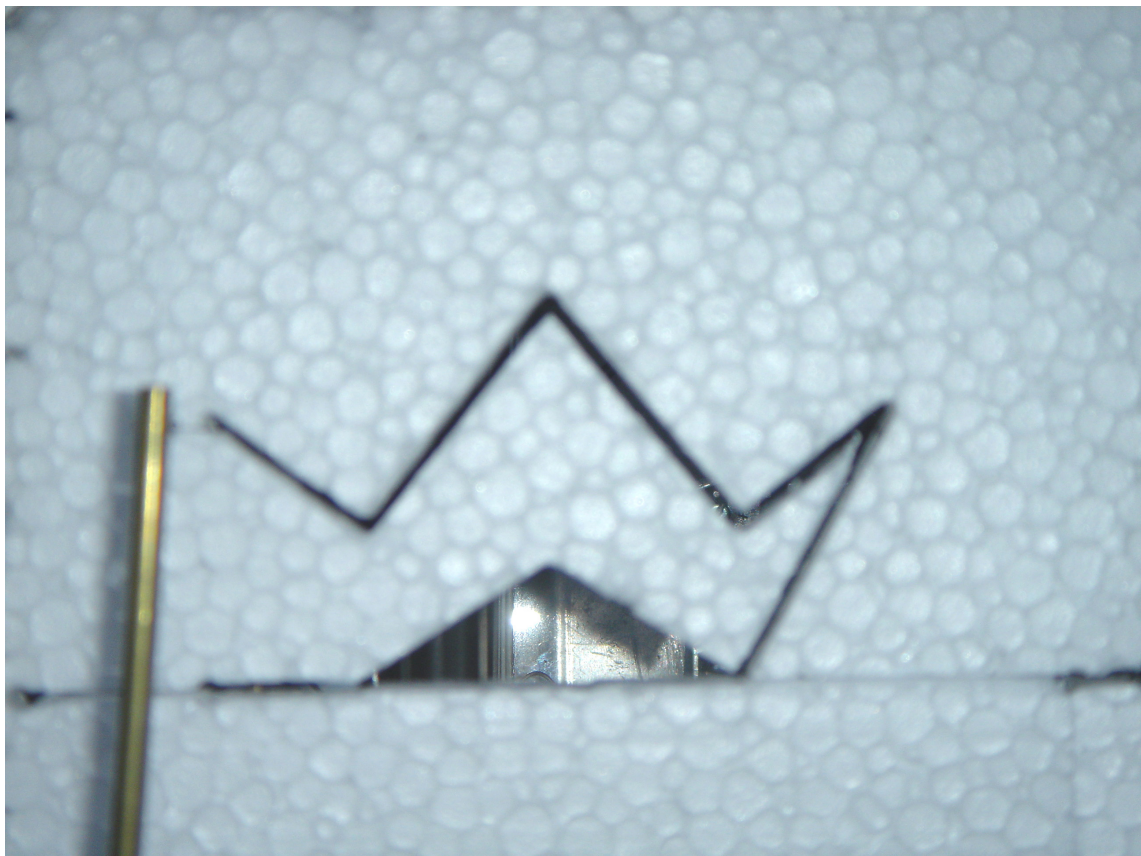


FIGURA 43 – Corte da geometria 8

A figura 44 mostra os objetos produzidos pelos testes realizados, e a figura 45 apresenta o equipamento utilizado para a realização destes testes.





FIGURA 44 – Amostra das peças produzidas

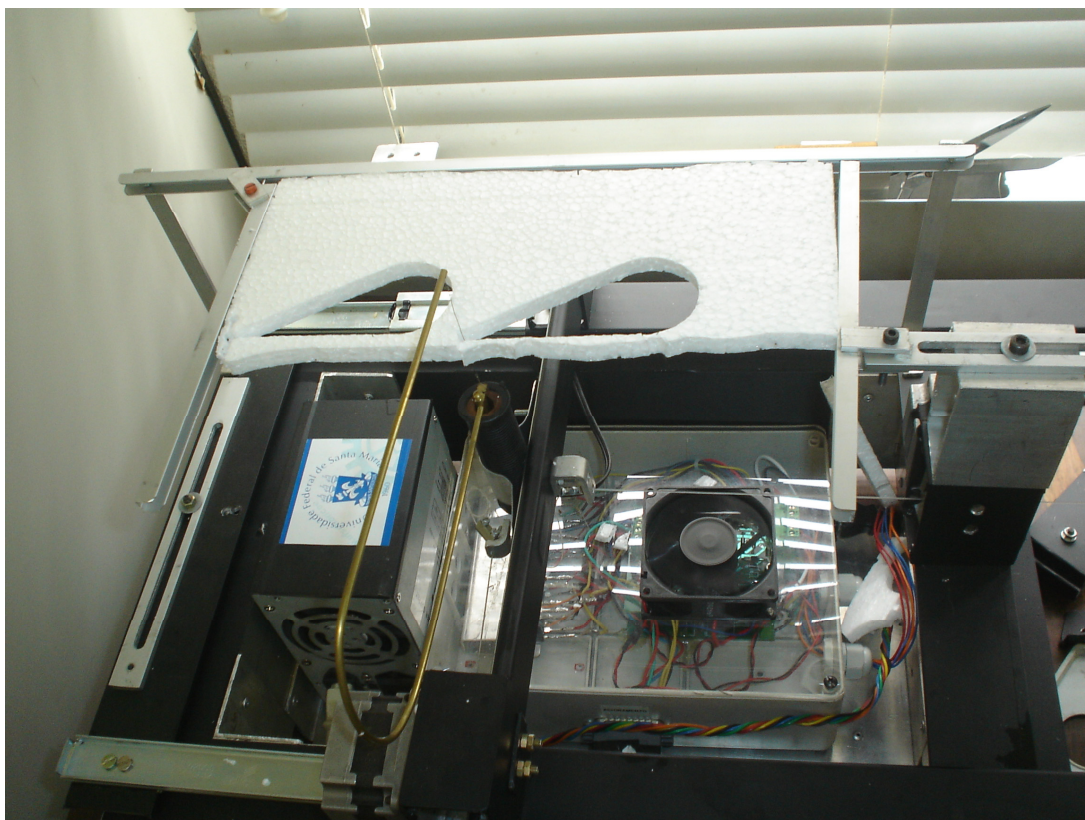
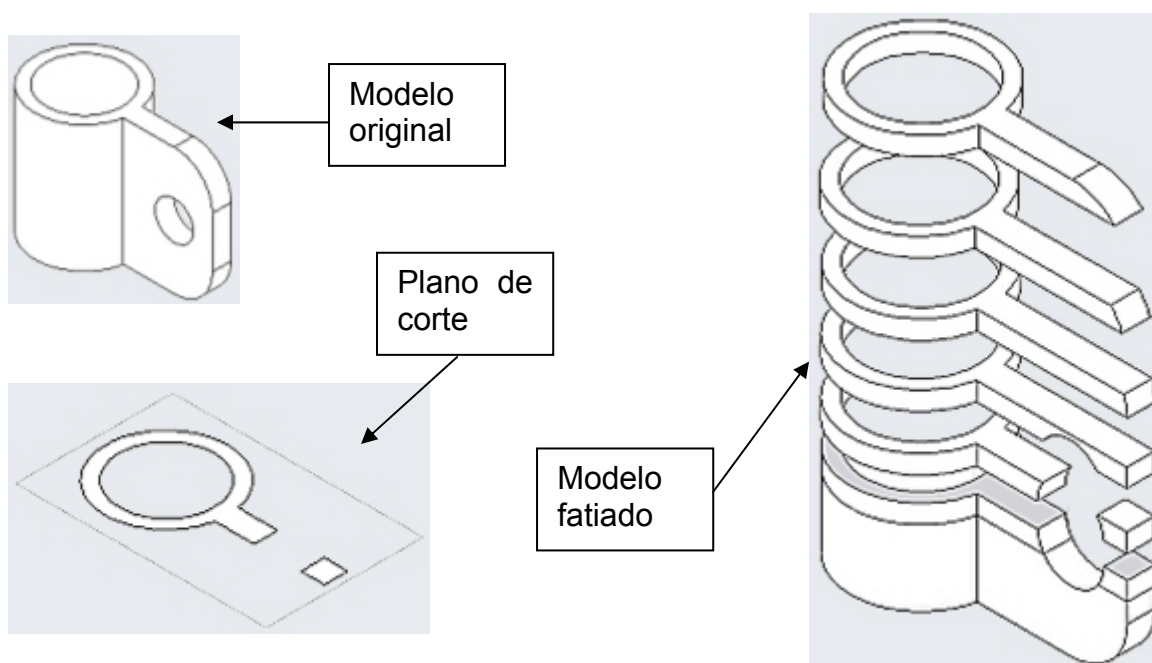


FIGURA 45 – Equipamento que produziu as peças mostradas

Prototipagem rápida é definida como um conjunto de processos tecnológicos que permitem produzir objetos diretamente de um modelo tridimensional projetado em um programa CAD. Existe um consenso entre a comunidade internacional, que considera todo processo de fabricação por adição sucessiva de camadas bidimensionais (LMT, Layer Manufacturing Technologies) como sendo um processo de prototipagem rápida (figura 46).

No estudo proposto pode-se reproduzir em isopor peças projetadas em CAD através de entidades sólidas.

Utilizando este princípio, através do processo de construção por camadas, desenvolveu-se também junto ao Núcleo de Automação e Processos de Fabricação (NAFA/UFSM), um programa computacional que trabalha em ambiente CAD e divide uma entidade sólida definida no CAD em camadas igualmente espaçadas (fatiamento). (ZINDULIS) Para isso, foi montada uma rotina, formulando listas para o programa e arquivando todas as características e informações do desenho como: arcos, retas e dimensões da peça. Tendo esses parâmetros armazenados, gera-se um programa em linguagem de comando numérico (CNC) para a geometria identificada em cada camada.



Fonte: <http://www.cimject.ufsc.br/inicial.htm>

FIGURA 46 – Exemplo de Prototipagem Rápida por Fatiamento

Através destes comandos CNC gerados, utilizou-se a ferramenta computacional para comandar os motores de passo e realizou-se os cortes parciais nas chapas de isopor, fazendo, desta forma, que se pudesse reproduzir o sólido a partir da associação dos cortes realizados no material. As camadas foram reproduzidas na máquina e o modelo sólido foi obtido com a montagem do conjunto de cortes.

Existem diferentes princípios físicos que distinguem os protótipos em precisão, qualidade superficial, material, operações de acabamento, tempo de fabricação e espessura de camadas. Uma característica marcante na maioria destes processos é a presença do efeito-escada que é causado pela sobreposição de camadas. Quanto mais finas as camadas, menor será o efeito-escada. Para reduzir este efeito, geralmente são realizadas operações de lixamento, jateamento com material abrasivo e recobrimento na superfície da peça.

No caso do objeto montado no equipamento de teste não se conseguiu um bom acabamento devido ao material a ser cortado possuir uma grande espessura (2 mm) e não ter sido aplicado nenhuma operação de acabamento final.

Utilizando-se do equipamento para teste, o sistema de prototipagem rápida que geram os comandos CNC, e a ferramenta computacional desenvolvida nesse trabalho para interpretar CNC e gerar os cortes nas chapas de isopor, constatou-se que é possível gerar sólidos através do processo de prototipagem rápida utilizando um equipamento CNC de dois eixos movimentados por motores de passo.

Para ilustrar este processo foi desenvolvido no CAD um objeto modelo, como mostra a figura 47.

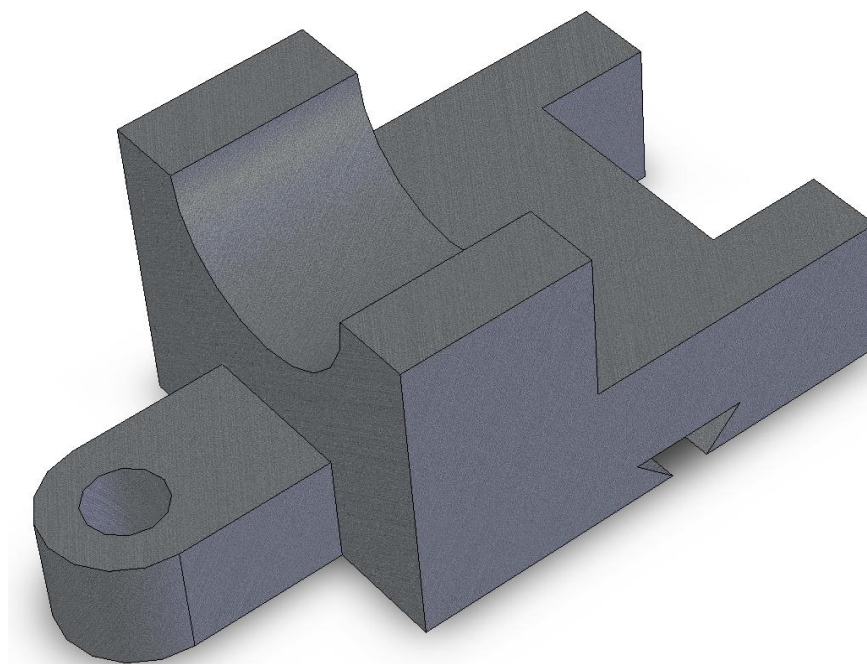


FIGURA 47 – Objeto modelo utilizado para teste de corte

Na figura 48 tem-se este projeto com as medidas utilizadas para os cortes.

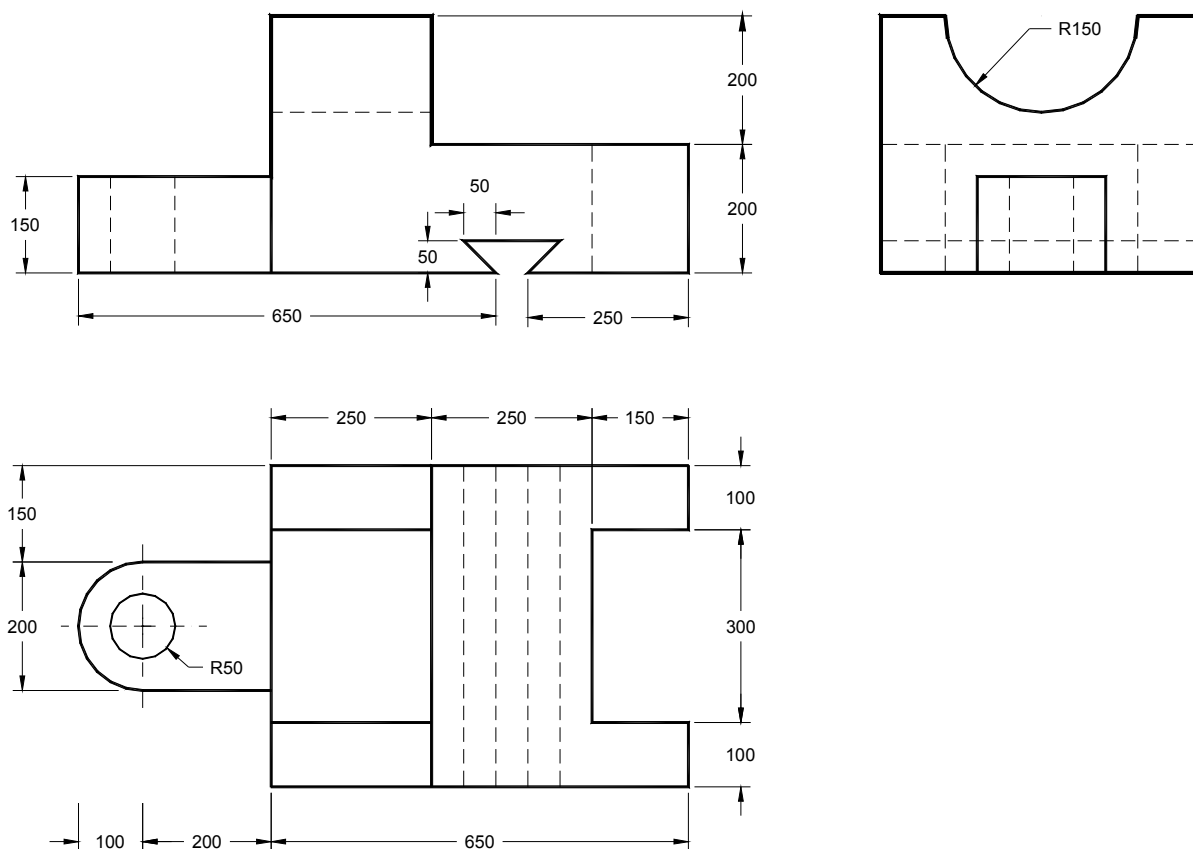


FIGURA 48 – Projeto do objeto utilizado para teste de corte



Para facilitar a demonstração da operação dos cortes e para evitar o efeito escada nas partes que contém curvas no objeto, dividiu-se o objeto em três partes (figura 49): a parte frontal (azul), central (vermelho) e posterior (verde), onde foi aplicado cortes em direções diferentes (figura 50).

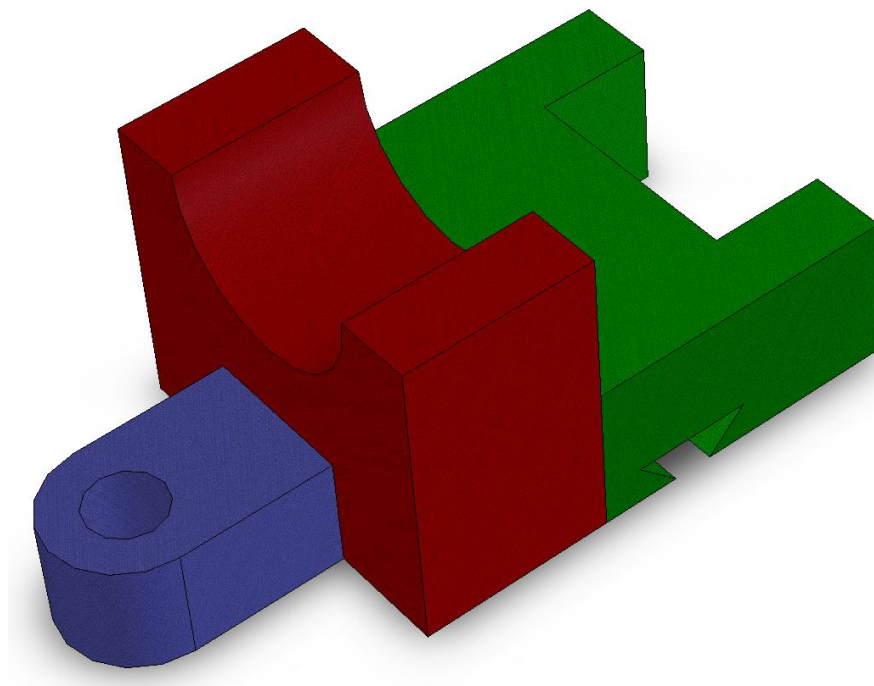


FIGURA 49 – Divisão do objeto em partes

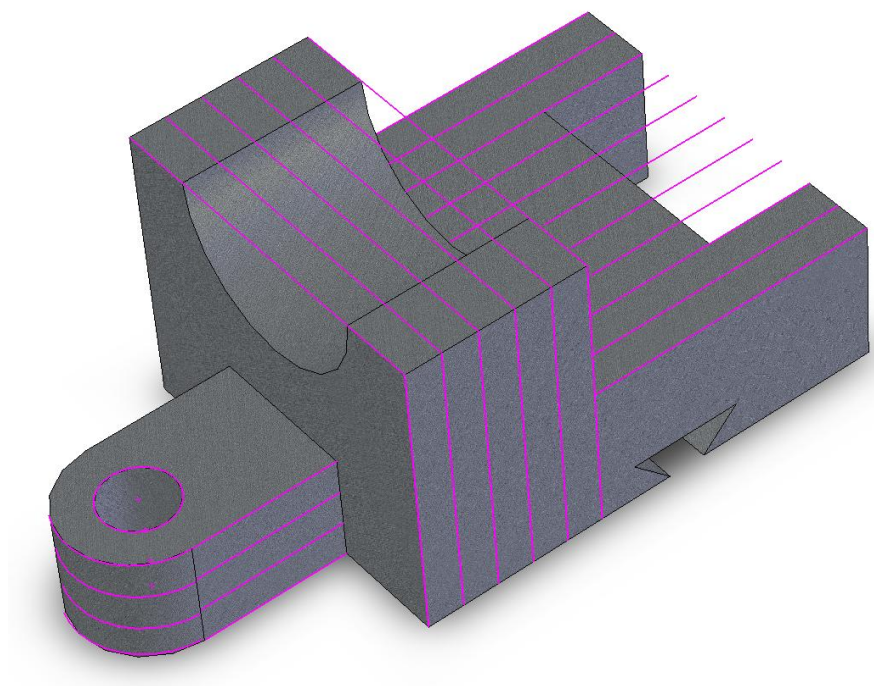


FIGURA 50 – Direção dos cortes

O programa CNC utilizado para fazer os cortes na parte frontal é mostrado a seguir (figura 51), e também é apresentada a geometria produzida por este programa CNC.

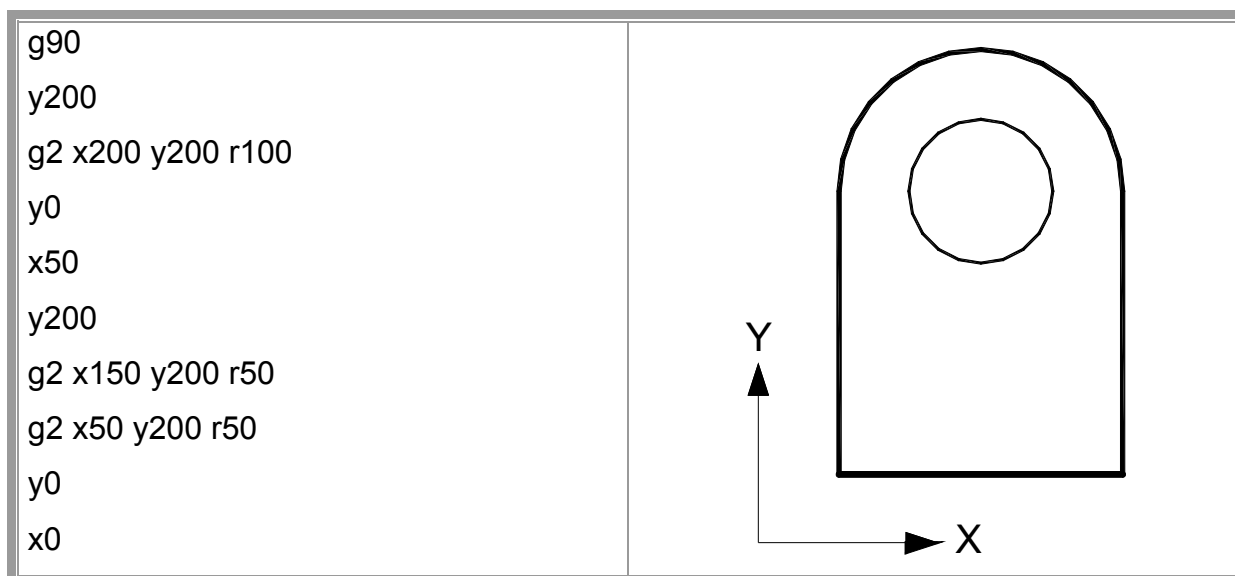


FIGURA 51 – Corte da parte frontal e respectivo programa CNC

O programa CN que foi utilizado para fazer os cortes na parte central é mostrado na figura 52, juntamente com a geometria produzida por este programa CNC.

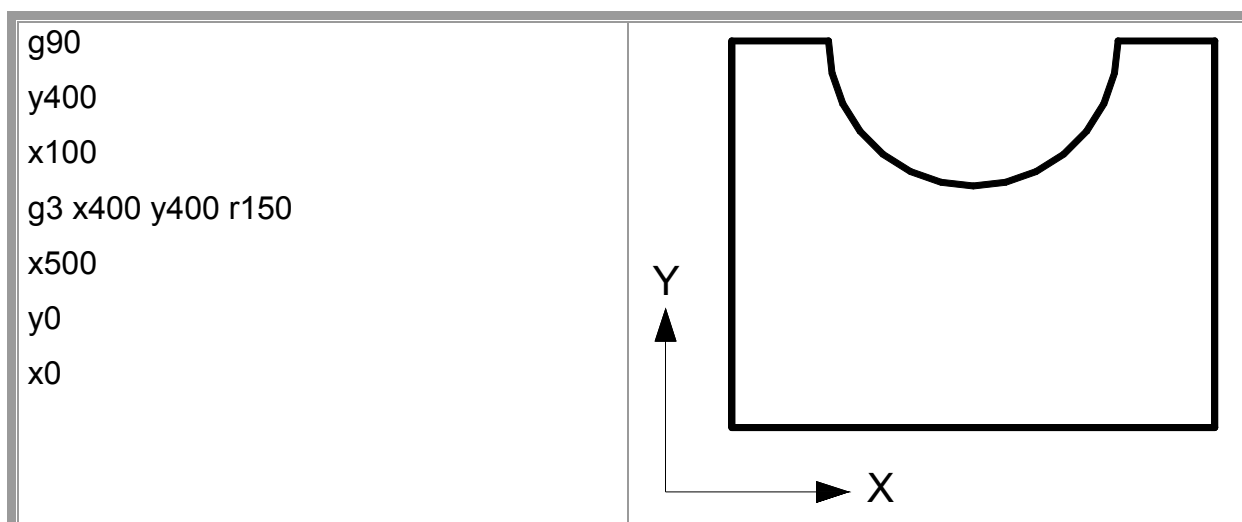


FIGURA 52 – Corte da parte central e respectivo programa CNC

A parte posterior foi produzida utilizando-se dois programas CNC bem semelhantes, pois somente é alterado o comprimento da peça e por este motivo é destacado apenas um deles (figura 53) com o seu respectivo traçado.

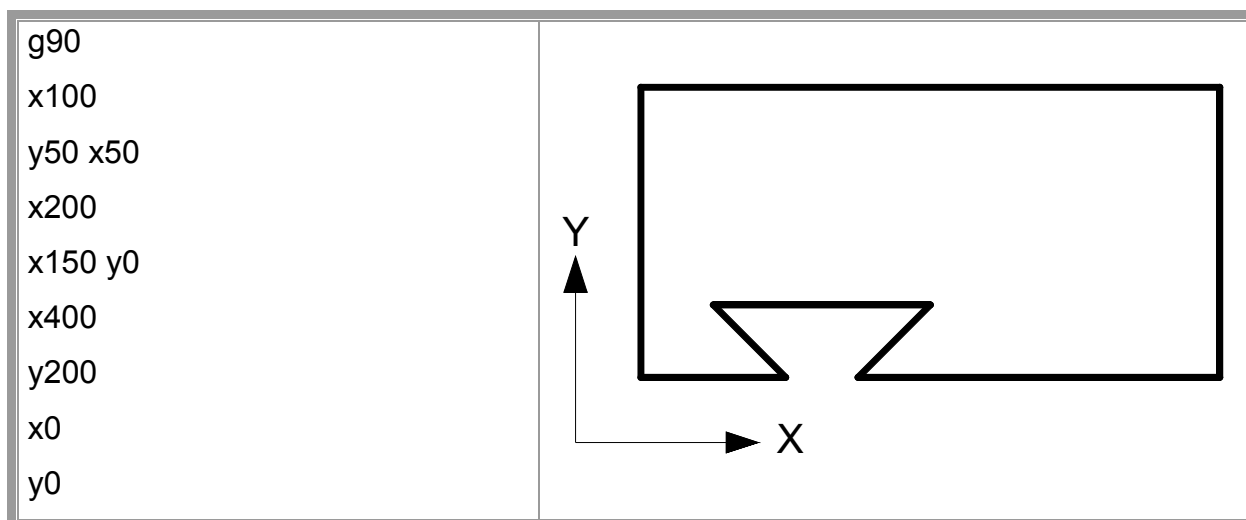


FIGURA 53 – Corte da parte posterior e respectivo programa CNC

As figuras 54, 55 e 56 mostram as operações de corte das partes do sólido do exemplo utilizado para demonstrar a prototipagem rápida.



FIGURA 54 – Corte da parte frontal