



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

CAROLINA JEANE MELO ALVES DA SILVA

ANÁLISE DA REPETIBILIDADE DE UMA *ROUTER* CNC

Recife

2021

CAROLINA JEANE MELO ALVES DA SILVA

ANÁLISE DA REPETIBILIDADE DE UMA *ROUTER* CNC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Leite Rolim.

Recife

2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

S586a Silva, Carolina Jeane Melo Alves da.
Análise da repetibilidade de uma router CNC / Carolina Jeane Melo Alves da Silva. – 2021.
67 f.: il., fig., tab., abrev. e siglas.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Leite Rolim.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Mecânica. Recife, 2021.
Inclui referências e apêndice.

1. Engenharia mecânica. 2. Repetibilidade. 3. Tecnologia. 4. Intercambialidade. 5. Fabricação. 6. Router. 7. Máquina-ferramenta. I. Rolim, Tiago Leite (Orientador). II. Título.

UFPE

621 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-424

CAROLINA JEANE MELO ALVES DA SILVA

ANÁLISE DA REPETIBILIDADE DE UMA *ROUTER* CNC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 27/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Prof. Dr. Tiago Leite Rolim (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Carlos Augusto do Nascimento Oliveira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Alex Elton de Moura (Examinador Externo)
Instituto Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, saúde e pela companhia.

À minha mãe, Geneci Melo, por ter sido mãe, pai e amiga durante toda a minha vida. Por todo apoio, amor e tanto trabalho em prol da minha educação.

À toda a minha família, pelo apoio e ensinamentos preciosos.

Aos professores Marconi Souza e Ricardo Berardo, por terem acreditado no meu potencial há alguns anos e me ajudado com a preparação do vestibular.

Ao meu mentor, Joel Jota, por me ensinar todos os dias que pessoas precisam de pessoas.

A todos os meus amigos, por todo apoio, força, risadas e encorajamento. Obrigada por me ajudarem a erguer a cabeça nos momentos mais difíceis da minha graduação.

Aos meus irmãos da vida, Roberta Chagas e Lucas Tude, por tanto amor, confiança, respeito e força.

À minha grande amiga, Karoline Felix, por todo o apoio, hipóteses acadêmicas e amizade.

Ao meu orientador, professor Dr. Tiago Leite Rolim, por ter me ajudado a concluir este trabalho em um momento muito difícil, agradeço pela oportunidade e pelo apoio, não apenas neste trabalho, mas em vários momentos da minha graduação.

Ao professor Alex Moura, pela ajuda e disponibilidade em todas as etapas deste trabalho.

Aos demais professores, pelo conhecimento compartilhado.

RESUMO

O avanço tecnológico precisou acompanhar o avanço demográfico. Ao longo dos anos a produção em massa de alimentos, automóveis, máquinas, roupas, medicamentos e vários outros produtos, tornou-se indispensável. A tecnologia é uma ferramenta imprescindível para que a qualidade de vida das pessoas evolua, e com isso, é necessário que esta esteja sempre sendo estudada e aprimorada. Os processos de fabricação por usinagem estão presentes em boa parte desses processos, e por consequência, precisam ser analisados, o que acarreta na criação de normas e novas máquinas capazes de atender a esta demanda. Mas não basta os produtos serem fabricados, estes precisam ter qualidade e custo reduzido. Os processos de fabricação dos produtos exigem investimento financeiro, projetos, pessoas, máquinas, matérias-primas e vários outros recursos. Além da produção, os produtos precisam ter intercambialidade, para que estes possam ser úteis em qualquer lugar do planeta sem que haja problemas em sua manutenção nos aspectos de sua funcionalidade. As máquinas ferramenta, são máquinas que produzem peças para outras máquinas, necessitam de uma repetibilidade adequada. A necessidade de produzir em escala com qualidade fez com que a população desenvolvesse ferramentas que tornassem este feito possível, as máquinas com comando numérico computadorizado, possibilitam uma produção de alta escala, com qualidade excelente, sendo necessário uma equipe de trabalho pequena, por serem máquinas capazes de produzir de maneira quase cem por cento independentes. Este trabalho tem por objetivo avaliar a repetibilidade de uma *router* CNC, através da fabricação de uma peça seguida da medição desta utilizando uma máquina de medição por coordenadas. Após a coleta dos dados, aplicação do cálculo da repetibilidade e do teste de hipótese. Observou-se que a máquina apresenta boa repetibilidade quando se trata de usinar furos com 28 mm de diâmetro.

Palavras-chave: repetibilidade; tecnologia; intercambialidade; fabricação; *router*; máquina-ferramenta.

ABSTRACT

Technological advance had to keep pace with demographic advances. Over the years, mass production of food, automobiles, machinery, clothing, medicine and various other products has become indispensable. Technology is an essential tool for people's quality of life to evolve, and with that, it is necessary that it is always being studied and improved. Machining manufacturing processes are present in most of these processes, and therefore, need to be carried out objectively and correctly, which leads to the creation of standards and new machines capable of meeting this demand. But it is not enough for the products to be manufactured, they need to be of optimized quality and cost. Product manufacturing processes require financial investment, projects, people, machines, raw materials and many other resources. In addition to production, the products need to be interchangeable, so that they can be useful anywhere on the planet without problems in maintaining them within their functionality. Machine tools, which are machines that produce parts for other machines, need adequate repeatability. The need to produce in scale with quality made the population develop tools that make this feat possible. Machines with computerized numerical control enable high-scale production, with excellent quality, requiring a small work team, as they are machines. capable of producing almost 100 percent independently. This work aims to evaluate the repeatability of a CNC router, derived from a larger CNC machine, through the fabrication of a part followed by its measurement using a coordinate measuring machine. After data collection, application of repeatability calculation and hypothesis test. It was observed that the machine has good repeatability when it comes to machining 28mm diameter holes.

Keywords: repeatability; technology; interchangeability; fabrication; router; machine tool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Usinagem de uma peça de trabalho.....	15
Figura 2	– Representação de um CNC.....	17
Figura 3	– (a) Router com 2 eixos (b) Router com 3 eixos (c) Router com 4 eixos (d) Router com 5 eixos.....	18
Figura 4	– Exemplo de Router CNC	18
Figura 5	– Exemplos de máquinas de medição por coordenadas.....	20
Figura 6	– Etapas da validação de um processo de medição por coordenadas.....	21
Figura 7	– Máquina de medição por coordenadas é capaz de otimizar a produtividade de um processo de fabricação.....	22
Figura 8	– Erros que provocam variações das medidas obtidas.....	24
Figura 9	– Passo a passo do teste de hipótese.....	26
Figura 10	– Router CNC avaliada no presente estudo.....	27
Figura 11	– Eixos que descrevem movimentos lineares.....	28
Quadro 1	– Parâmetros da router CNC avaliada.....	28
Figura 12	– Dimensões da router (Vistas lateral e frontal).....	29
Figura 13	– Volume de trabalho da router (Vista superior).....	29
Figura 14	– Desenho da peça.....	30
Figura 15	– Etapas para gerar o Código G no SolidWorks.....	30
Figura 16	– Tela de controle da simulação.....	31
Figura 17	– Peça fabricada pela router CNC avaliada.....	32
Figura 18	– Furos da peça enumerados.....	33
Figura 19	– Fixação da peça no volume de trabalho da Router CNC.....	34
Figura 20	– Determinação do ponto zero peça.....	35
Figura 21	– Fixação da peça fabricada no volume de trabalho da MMC.....	35
Figura 22	– Máquina de Medição por Coordenadas utilizada.....	36
Quadro 2	– Parâmetros da MMC utilizada na análise.....	36
Figura 23	– Coleta de um dos pontos do furo 2.....	37
Figura 24	– Identificação das coordenadas de centro de cada furo no SolidWorks.....	38
Figura 25	– Função Padronizar.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medições do furo 01 em milímetros	39
Tabela 2 - Medições do furo 02 em milímetros	39
Tabela 3 - Medições do furo 03 em milímetros	39
Tabela 4 - Medições do furo 04 em milímetros	39
Tabela 5 - Medições do furo 06 em milímetros	40
Tabela 6 - Medições do furo 07 em milímetros	40
Tabela 7 - Medições do furo 08 em milímetros	40
Tabela 8 - Medições do furo 09 em milímetros	40
Tabela 9 - Médias das medições de cada furo em milímetros	41
Tabela 10 - Hipóteses nula e alternativa.	42
Tabela 11 - Dados obtidos para os parâmetros Z e P-Valor.	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
MMC	Máquina de medição por coordenadas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	USINAGEM.....	15
2.2	ROUTER CNC.....	16
2.2.1	Comando Numérico Computadorizado (CNC)	16
2.2.2	Tipos de Router CNC	17
2.3	METROLOGIA.....	19
2.4	MÁQUINA DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS.....	20
2.5	ERROS DE MEDIÇÃO.....	22
2.5.1	Definição	22
2.5.2	Tipos de erro	22
2.5.3	Erros de uma máquina de medição por coordenadas	23
2.6	REPETIBILIDADE.....	24
2.7	TESTE DE HIPÓTESE.....	26
3	METODOLOGIA	27
3.1	ROUTER CNC.....	27
3.1.1	Características da router CNC	27
3.2	PREPARAÇÃO DO CORPO DE PROVA.....	29
3.2.1	Desenho da peça	29
3.2.2	Código G	30
3.2.3	Simulação da fabricação	31
3.3	FABRICAÇÃO DA PEÇA.....	32
3.3.1	Características gerais	32
3.3.2	Preparação do material antes da usinagem	33
3.3.3	Parâmetros inseridos na router	33
3.3.4	Fixação da peça	34
3.3.5	Descrição da fabricação da peça	34
3.4	MEDIÇÃO DA PEÇA COM A MÁQUINA DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS.....	35
3.4.1	Características da máquina utilizada	36

3.4.2	Procedimento de medição de cada peça.....	36
4	RESULTADOS.....	39
4.1	RESULTADOS OBTIDOS NA MÁQUINA DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS.....	39
4.2	CÁLCULO DA REPETIBILIDADE.....	40
4.2.1	Etapa 01: cálculo da média das medições de cada furo.....	41
4.2.2	Etapa 02: cálculo do desvio padrão	41
4.2.3	Etapa 03: consulta do coeficiente t-Student e cálculo da Repetibilidade.....	41
4.3	APLICAÇÃO DO TESTE DE HIPÓTESE.....	42
4.3.1	Etapa 01: definição das etapas nula e alternativa	42
4.3.2	Etapa 02: média das medidas obtidas.....	42
4.3.3	Etapa 03: cálculo do desvio padrão	42
4.3.4	Etapa 04: definição do grau de significância.....	42
4.3.5	Etapa 05	43
4.3.6	Etapas 06 e 07: consulta do P-valor e comparação com o grau de significância.....	43
5	CONCLUSÃO.....	45
6	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	46
	APÊNDICE A – CÓDIGO G.....	49

1 INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento demográfico acompanhado da migração do homem do campo para a cidade, provocou, inevitavelmente, um aumento na demanda de produtos e serviços. Com o objetivo de suprir esta necessidade, surgiu nas cidades uma mão-de-obra barata abundante, que aliada aos avanços tecnológicos possibilitou o início da industrialização mundial. (Cavalcanti e Silva, 2011).

Os avanços tecnológicos são resultados da contínua busca por soluções de problemas cotidianos, a partir da necessidade de produzir mais e de resolver problemas durante essa produção, as máquinas-ferramenta foram e continuam sendo desenvolvidas e aprimoradas com este intuito.

A máquina, da qual faz parte a Revolução Industrial, substitui o trabalhador, que maneja uma única ferramenta, por um mecanismo, que opera com uma massa de ferramentas iguais ou semelhantes de uma vez, e que é movimentada por uma única força motriz qualquer que seja sua força. (OLIVEIRA, 2004, p. 91)

Como consequência dessa alta evolução, as máquinas-ferramenta precisaram evoluir para alcançar o objetivo de suprir o nível de produção desejado, o avanço da mecânica aliado ao avanço da eletrônica e da computação resultaram em máquinas mais eficientes e cada vez mais autônomas. Nos dias de hoje tem-se indústrias com processos amplamente automatizados, para competir com a acelerada produção do mercado, a implementação de máquinas inteligentes é indispensável.

Porém, com a busca por mão-de-obra barata, surgiu um mercado informal, o qual não se sabe se as máquinas produzidas respeitam as normas vigentes, obtendo assim, produtos com baixa confiabilidade (SILVA, 2018).

Para suprir a demanda à baixo custo, muitos produtores colocam no mercado máquinas que são desenvolvidas e projetadas sem que sejam levadas em consideração as normas vigentes, o que acarreta em uma produção com baixa confiabilidade e sem intercambialidade.

A intercambialidade é um fator de extrema importância, pois garante a confiabilidade geométrica das peças, podendo estas serem comercializadas no mundo inteiro seguindo um padrão de qualidade e tolerâncias geométricas.

Para que a intercambialidade seja alcançada é imprescindível que a máquina-ferramenta utilizada apresente uma boa repetibilidade, que consiste em ter a

capacidade de produzir um conjunto de peças seguindo as tolerâncias geométricas estipuladas. Para avaliar esta repetibilidade, é necessário utilizar a máquina que será utilizada na usinagem, fabricar uma ou um conjunto de peças, definir a tolerância geométrica, medir as peças fabricadas com uma máquina de medição por coordenadas e em seguida realizar a análise dos resultados obtidos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a repetibilidade da *router*, realizando as etapas de preparação dos corpos de prova, simulação, fabricação, medição e análise dos resultados, aplicando o teste de hipótese a fim de avaliar se a repetibilidade da máquina estará de acordo com as tolerâncias dimensionais estipuladas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, o trabalho foi dividido em objetivos específicos, sendo estes:

- Projetar a peça que será usinada no *Software SolidWorks CAD* a fim de simular a fabricação com a ferramenta *SolidWorks CAM*;
- Desenvolver o código G no *SolidWorks CAM*;
- Fabricar a peça no volume de trabalho da *router*, observando o desempenho da máquina;
- Realizar a medição utilizando uma máquina de medição por coordenadas a fim de entender a apuração dos dados obtidos;
- Aplicar o teste de hipótese com o objetivo de avaliar a repetibilidade na máquina estudada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

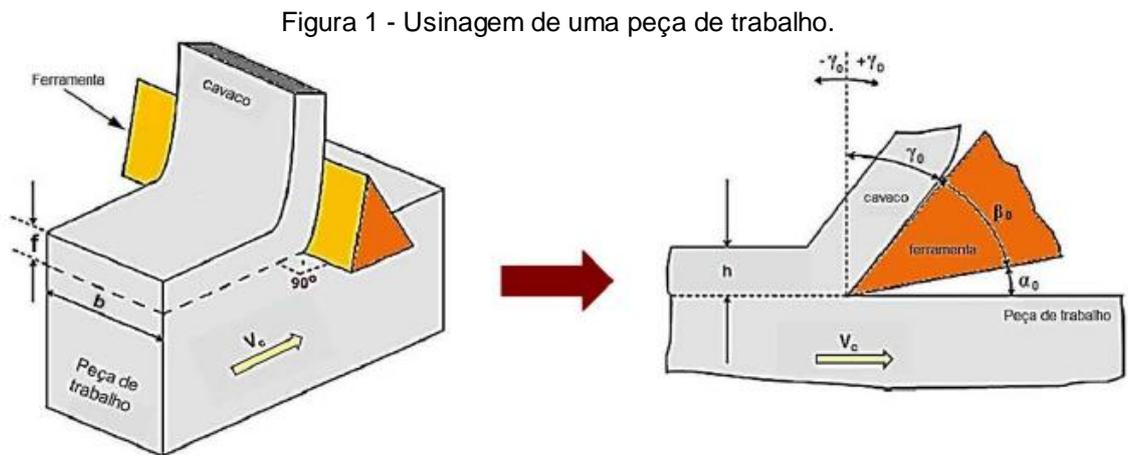
Nesta seção serão apresentados os conceitos e referenciais teóricos necessários para o entendimento da metodologia do presente estudo

2.1 USINAGEM

O processo de fabricação por usinagem consiste em transformar uma peça bruta em uma peça com superfícies desejadas, detalhadas e acabadas, ou seja, com o objetivo de obter a forma, a dimensão e o acabamento desejados, por meio da remoção de cavacos. (GUIMARÃES, 2013).

“Definimos cavaco, a porção de material da peça retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma geométrica irregular”, (FERRARESI, 1977).

A representação do corte pode ser visualizado na Figura 1.



Fonte: Barbosa (2014).

As máquinas ferramenta foram evoluindo de acordo com a necessidade de escalar a produção com mais agilidade, assim como a maioria das invenções e descobertas feitas ao longo da humanidade, foram consequências de uma necessidade cotidiana. Com o passar do tempo, novas tecnologias foram sendo implementadas aos processos, com isso, as máquinas operatrizes se desenvolveram e com a junção das máquinas ferramenta, da eletrônica e da computação, surgiram os Comandos Numéricos Computadorizados (CNCs),

facilitando potencialmente a fabricação de peças com geometrias mais complexas, além de reduzir os custos e o tempo de produção.

Por exemplo, máquina convencional necessita de mais tempo de preparação, pois, ao programar uma máquina CNC, é possível armazenar os dados e parâmetros implementados naquela operação para utilizá-los outras vezes, além disso, é possível realizar pequenos ajustes de maneira prática e eficiente. “As máquinas com CNC surgiram para aprimorar, otimizar, agilizar e garantir qualidade ao serviço aplicado”, (GUIMARÃES, 2013).

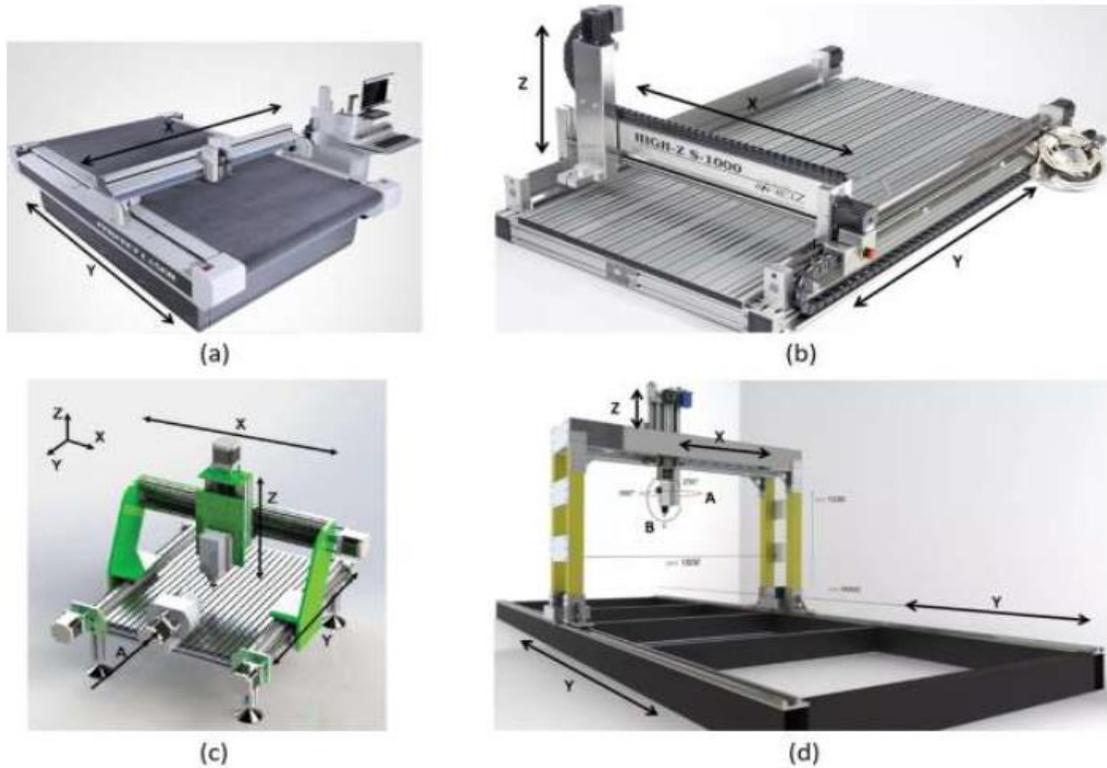
2.2 ROUTER CNC

Nesta seção serão desenvolvidos alguns tópicos que auxiliam no entendimento do que é uma *router* CNC quando se trata da sua funcionalidade e dos seus tipos.

2.2.1 Comando Numérico Computadorizado (CNC)

A constante evolução do desenvolvimento dos processos de fabricação por usinagem é de extrema importância, visto que, passaram a representar mais de 15% dos produtos industrializados (MERCHANT, 1998). O comando numérico (CN) quando associado aos sistemas de CAD (*Computer-Aided Design*) e CAM (*Computer-Aided Manufacturing*) é capaz de realizar produções em larga escala com alta produtividade e pouca interferência humana. Um exemplo simplificado da diagramação entre a junção das máquinas com o CNC pode ser visto na Figura 2.

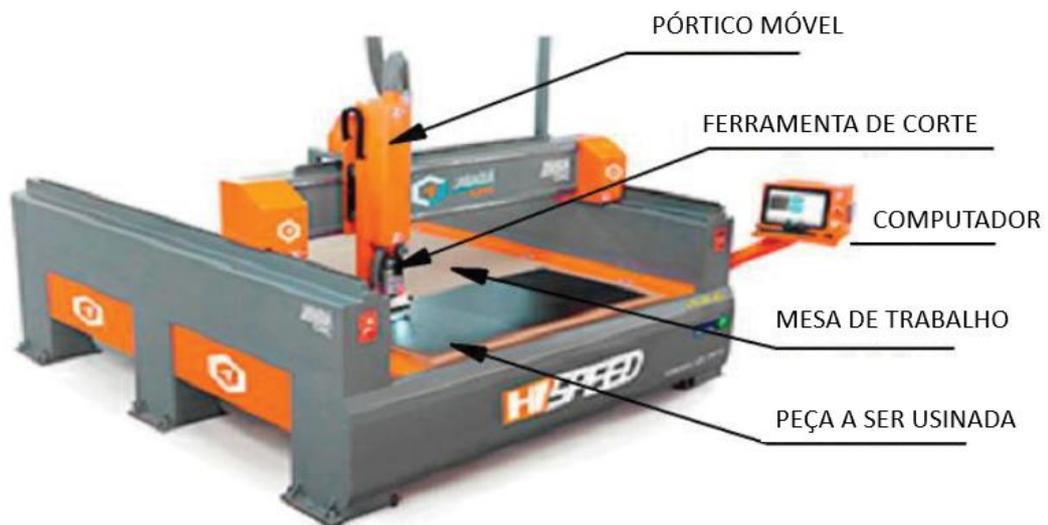
Figura 3 - (a) Router com 2 eixos (b) Router com 3 eixos (c) Router com 4 eixos (d) Router com 5 eixos.



Fonte: Silva (2019)

Um exemplo de *router* CNC está representado na Figura 4.

Figura 4 - Exemplo de *Router* CNC.



Fonte: Fiebig (2018).

Segundo Noro (2013), apesar das diversas vantagens da implementação dos Comandos Numéricos, como o aumento da produtividade, troca automática de velocidades, aumento da qualidade final dos produtos fabricados, ferramentas intercambiáveis, possibilidade de simulações de usinagem, redução da quantidade de máquinas, etc. Pode-se pontuar também algumas desvantagens, como alto custo inicial para a implementação, maior exigência de organização entre os setores da empresa e mão de obra qualificada para manutenção e programação.

2.3 METROLOGIA

Com a larga implementação de máquinas CNCs, surgiu a necessidade de analisar os resultados obtidos, para saber se a máquina que está sendo utilizada segue as normas vigentes quando se trata do seu desenvolvimento e construção, a fim de garantir a qualidade das tolerâncias dimensionais da produção.

Porém, com o objetivo de reduzir os custos dos processos, a produção de muitas máquinas não respeita as diretrizes que deveriam, resultando assim em produtos com baixa confiabilidade dimensional.

O que se tem é um mercado de projeto informal onde muitos fazem suas próprias máquinas (com custos até mais baixos), porém nada se sabe sobre os detalhes construtivos e os procedimentos tomados na montagem, perdendo-se com isso a garantia da qualidade das peças fabricadas. (SILVA, 2018, p. 7)

A tolerância dimensional é a variação permitida dos valores obtidos em relação ao valor de referência, é algo de extrema importância devido a necessidade de ser assertivo na descrição do produto final. Este parâmetro varia de acordo com o processo. Em algumas situações a tolerância dimensional é um fator de ordem nanométrica, em outras, estas medidas podem ser mais “grosseiras” sem afetar o funcionamento do sistema.

A intercambialidade desejada entre peças e elementos de uma máquina só é possível através da expressão das propriedades geométricas e mecânicas destes elementos através de operações de medição. (CAMPOS, 2008, p. 24)

Para que a intercambialidade seja alcançada, é indispensável ter um controle dimensional dos produtos obtidos, para isso, é necessário ter uma máquina-ferramenta seguindo as normas vigentes e produzindo peças com medidas

confiáveis e além disso, ter um procedimento de medição adequado a fim de assegurar os resultados obtidos.

Uma das maneiras de verificar se os parâmetros dimensionais atendem as especificações de projeto, é utilizar uma máquina de medição por coordenadas para analisar as medidas das peças fabricadas.

2.4 MÁQUINA DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS

Diante da necessidade do controle de qualidade dos produtos fabricados nas indústrias, é necessário a utilização de ferramentas, máquinas e normas. Com o acelerado avanço da tecnologia e produção em larga escala, as máquinas de medição por coordenadas são de extrema importância para que seja feito o controle da análise dimensional e geométrica das peças fabricadas.

Os resultados dessas medições são submetidos a métodos, com os quais é possível avaliar se a máquina que está sendo utilizada na linha de produção atende aos requisitos do projeto (SOUZA, 2008).

A principal função de um sistema de medição por coordenadas é medir a geometria real de uma peça, comparar com a geometria ideal (de projeto) dessa peça e avaliar o resultado, através do tamanho, forma, localização e orientação da peça (SILVA, 2019, p.24)

Alguns tipos de máquinas de medição por coordenadas estão ilustrados na Figura 5.

Figura 5 - Exemplos de máquinas de medição por coordenadas



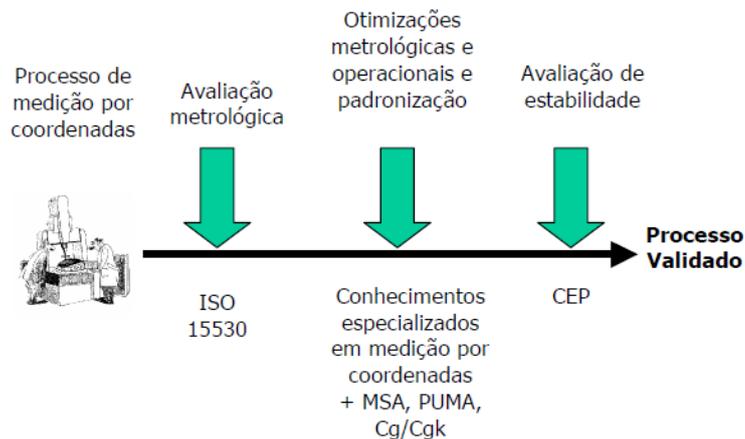
Fonte: Souza (2008)

Entretanto, uma dificuldade encontrada nas indústrias que utilizam essas máquinas é a alta qualidade de capacitação exigida dos operadores para que o procedimento seja realizado corretamente (ARENHART, 2007).

A qualificação profissional dos operadores é imprescindível neste processo, visto que, da mesma forma que a qualidade de fabricação é importante, a qualidade das medições também deve apresentar uma excelente confiabilidade (OLIVEIRA, 2003).

Um exemplo das etapas e conhecimentos necessários para fazer este tipo de operação, pode ser exemplificado na Figura 6.

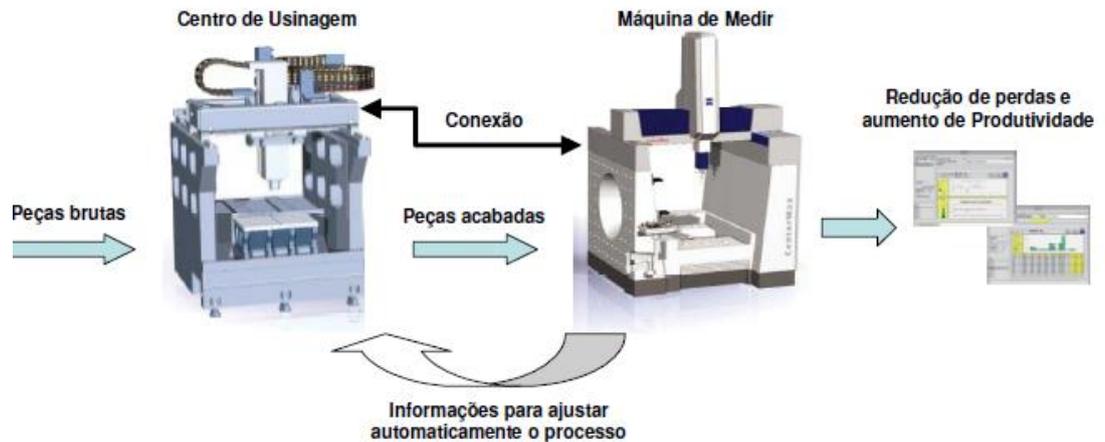
Figura 6 - Etapas da validação de um processo de medição por coordenadas.



Fonte: Oliveira (2003)

A validação dos processos de medição por coordenadas é fundamental para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos nas medições, sendo capaz de otimizar a fabricação com o aumento da produtividade. Essa melhoria pode ser demonstrada na Figura 7.

Figura 7 - Máquina de medição por coordenadas é capaz de otimizar a produtividade de um processo de fabricação.



Fonte: Oliveira (2003)

2.5 ERROS DE MEDIÇÃO

Nesta seção, serão apresentados a definição e os tipos de erro, além de como cada tipo de erro se comporta.

2.5.1 Definição

Tendo em vista que nenhum processo de medição está isento de erros, sejam eles provenientes do processo construtivo da máquina ou ainda proveniente de erros cometidos durante os procedimentos de medição, é fundamental ter conhecimento dos seus tipos e fontes.

Segundo (Toledo, 2006), a palavra erro quando inserida no contexto de medição, refere-se a diferença entre um valor medido, valor expresso pelo equipamento de medição, e um valor de referência, chamado normalmente de valor real. Ou seja, ocorre sempre que o valor medido difere do valor real.

2.5.2 Tipos de erro

O erro de medição possui duas componentes, são estas o erro sistemático e o erro aleatório.

“O erro sistemático, parcela previsível do erro, corresponde ao valor médio do erro de medição. O erro aleatório é a parcela imprevisível do erro de medição,

responsável pelas variações encontradas em medições repetidas”, (Júnior e Souza, 2008, p.45).

Ao ter conhecimento dos tipos de erro e de como estes afetam o sistema analisado, é possível melhorar os resultados aplicando corretores que são capazes de compensar os erros obtidos na medição. Porém estes corretores não conseguem eliminar completamente as incorreções. Visto que, os erros aleatórios são imprevisíveis, ou seja, não é possível desenvolver um corretor para um tipo de erro que seu comportamento é desconhecido. Por outro lado, pode-se aplicar corretores em erros sistemáticos, já que estes são previsíveis e de comportamento conhecido.

2.5.3 Erros de uma Máquina de Medição por Coordenadas

Ao utilizar uma máquina de medição por coordenadas, é necessário ter conhecimento dos erros de medição que esta pode apresentar durante o processo. Uma vez que, os dados obtidos serão analisados a fim de definir se as medições apresentam confiabilidade.

Segundo (Orrego, Giacomo, Abackerli, 2000), as máquinas de medição por coordenadas apresentam um conjunto de erros que podem ser dispostos em sete grupos de análise, são estes:

- A. Erros provenientes do processo de fabricação e montagem da máquina de medição por coordenadas;
- B. Erros do sistema de medição, provenientes do processo de medição, no qual a ponta da haste da máquina tangencia a superfície da peça coletando as coordenadas de cada um desses pontos de tangência;
- C. Erros relacionados aos *Softwares* utilizados durante o processo;
- D. Erros no procedimento, no qual é preciso definir com coerência a quantidade de pontos necessária para a análise em questão e saber como esta coleta deve ser feita ao longo da superfície da peça, ou seja, a estratégia adotada para realizar a medição;
- E. Erros obtidos por consequência da qualidade da geometria da peça, a qual precisa ser analisada após o processo de fabricação para possível ajuste da superfície obtida. Fatores como rugosidade, desgaste, rebarbas, entre outros, devem ser analisados e corrigidos antes de submeter a peça ao processo de

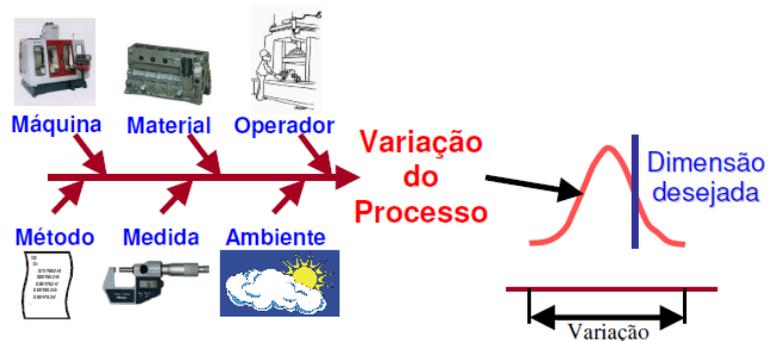
medição por coordenadas. Além disso, este tipo de erro pode ocorrer durante a medição, caso algum componente móvel da máquina provoque deformações elásticas na superfície da peça;

F. Erros provenientes da variação de temperatura, a qual pode contrair ou dilatar tanto a peça que está sendo submetida a medição, quanto os componentes da máquina;

G. Erros resultantes da vibração da máquina de coordenadas durante o processo.

O impacto de todos esses erros durante o processo de medição, provoca uma variação nas medidas obtidas. Esta afirmação pode ser observada na Figura 8 .

Figura 8 - Erros que provocam variações das medidas obtidas



Fonte: Oliveira (2003)

Além disso, deve-se ter conhecimento dos erros estruturais da máquina de medição por coordenadas.

São três os erros de rotação e três os erros de translação por eixo da MMC, somando-se ao todo 18 erros para os três eixos da máquina. A estes, somam-se ainda os três erros de perpendicularidade entre os eixos da MMC, totalizando-se 21 erros (Oliveira, 2003, p.26).

2.6 REPETIBILIDADE

Para analisar a confiabilidade dos resultados obtidos do processo de medição por coordenadas calcula-se a repetibilidade. “Repetibilidade é a faixa de valores simétrica em torno do valor médio, dentro da qual o erro aleatório de um sistema de medição é esperado com uma certa probabilidade” (Júnior e Souza, 2008, p.50).

O cálculo da repetibilidade é feito de acordo com as seguintes etapas:

A. Inicialmente, é necessário ter o conjunto de dados obtidos no processo de medição;

B. Em seguida, calcula-se o desvio padrão experimental de acordo com a Equação 1

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

Sendo:

n a quantidade de repetições

C. Nesta etapa, deve-se consultar o coeficiente t-Student, para consultar este coeficiente, é necessário definir dois parâmetros.

O primeiro parâmetro é o grau de liberdade da amostra, que pode ser calculado de acordo com a Equação 2.

$$V = n - 1 \quad (2)$$

Sendo:

V número de graus de liberdade

O segundo parâmetro é o percentual de confiança da amostra, este percentual define a probabilidade das amostras estarem de acordo com essa faixa de confiança.

D. Com os resultados das etapas anteriores, é possível calcular a repetibilidade utilizando a Equação 3

$$Re = \pm t * s \quad (3)$$

Sendo:

t o coeficiente t-Student

s o desvio padrão experimental

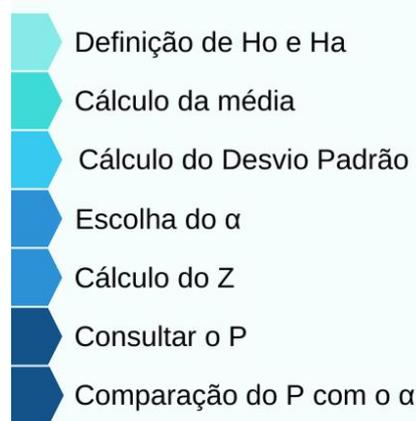
2.7 TESTE DE HIPÓTESE

O procedimento do teste de hipótese é realizado quando surge a necessidade de testar um parâmetro populacional através de uma amostra. Ou seja, quando o objetivo é fazer uma suposição a respeito de uma informação desconhecida de uma população e o que se tem é uma parte desta população, comumente chamada de amostra.

Este processo consiste basicamente em extrair uma amostra de uma população, supor uma hipótese e verificar se esta pode ou não ser uma realidade para a população. Este procedimento é chamado de inferência estatística.

Este teste consiste em algumas regras de decisão para aceitar ou rejeitar a hipótese avaliada. Para isso, é necessário definir dois tipos de hipótese, a nula e a alternativa. A hipótese nula precisa conter o valor verdadeiro da suposição a hipótese alternativa deve ser complementar a nula, ou seja, não podem haver termos em comum entre elas. O passo a passo do teste de hipótese pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Passo a passo do teste de hipótese.



Fonte: A autora (2021)

Para analisar se a hipótese estudada é verdadeira ou falsa, calcula-se o P-Valor, quando o P-Valor é muito menor do que o alfa, rejeita-se a H_0 e a H_a é aceita, o mesmo raciocínio segue para quando o P-Valor é maior do que alfa, a H_0 é aceita e a H_a é rejeitada. Segundo (ABREU, 2007), o valor atribuído para alfa, nível de significância, costuma ser 0.05, 0.01 ou 0.1.

3 METODOLOGIA

Esta seção descreverá todos os processos necessários para analisar a repetibilidade da máquina, desde a fabricação da peça até a análise dos dados obtidos.

3.1 ROUTER CNC

A *router* CNC avaliada no presente estudo, representada na Figura 10, é do tipo pórtico móvel e possui quatro graus de liberdade. Os eixos X, Y e Z descrevem movimentos lineares e o eixo A descreve movimentos rotacionais.

A máquina foi desenvolvida para fabricar peças com geometrias e materiais diversos, a retitude e a perpendicularidade dos quatro eixos de movimento foram baseadas nos parâmetros da norma ISO 10791-2/2003 (SILVA, 2018).

Figura 10 - *Router* CNC avaliada no presente estudo.



Fonte: Silva (2018).

3.1.1 Características da *Router* CNC

Os parâmetros da máquina utilizada estão descritos no Quadro 1.

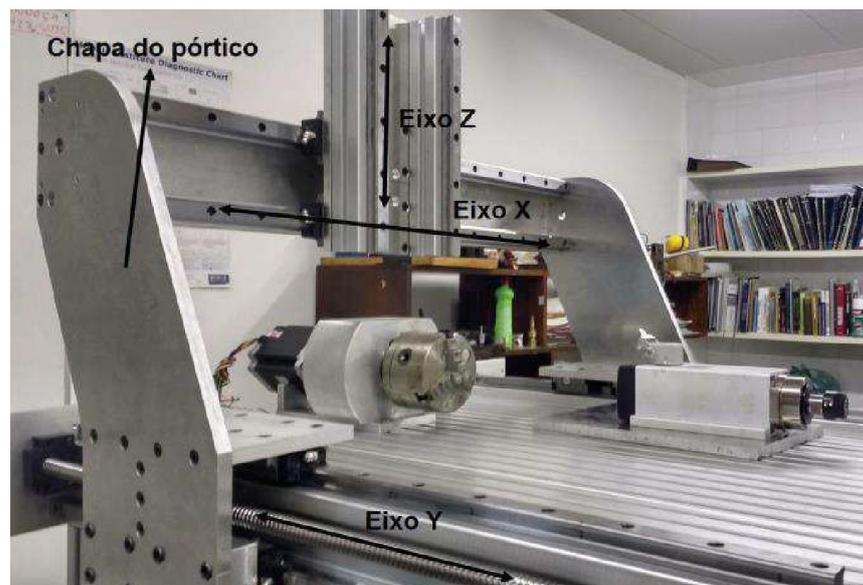
Quadro 1 - Parâmetros da router CNC avaliada.

Tipo	Pórtico Móvel	
Quatro graus de liberdade	Movimentos lineares	Eixos X, Y e Z
	Movimento angular	Eixo A
Volume de trabalho	550mm x 550mm x 100mm (X, Y e Z)	
Material da estrutura	Alumínio	
Acionamento da ferramenta	<i>Spindle</i>	
Acionamento da máquina	Motores de passo	

Fonte: A Autora (2021)

Apesar da máquina possuir quatro graus de liberdade, serão avaliados apenas os movimentos lineares (eixos X, Y e Z), os quais estão representados na Figura 11.

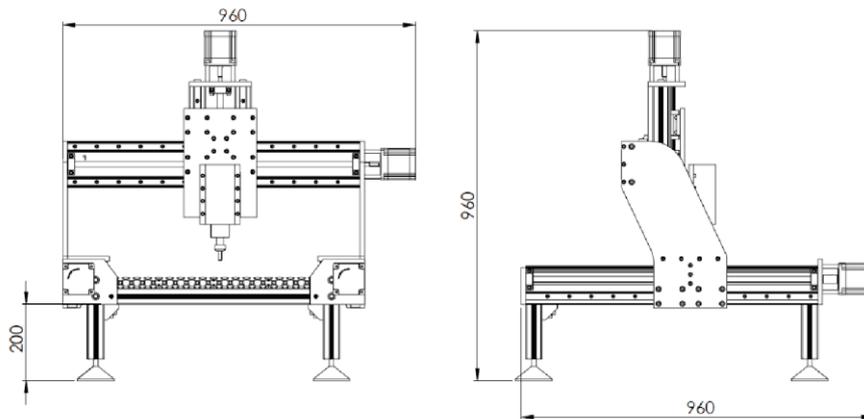
Figura 11 - Eixos que descrevem movimentos lineares



Fonte: Silva (2018)

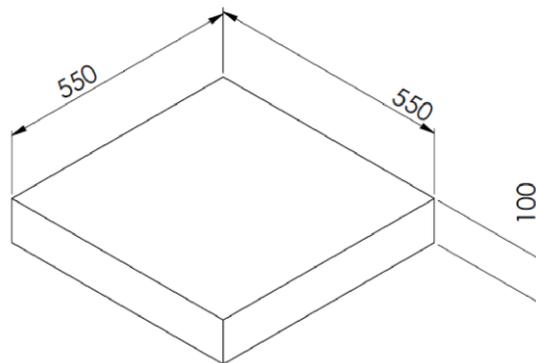
Para realizar a análise da repetibilidade da máquina com a aplicação de métodos estatísticos, foi usinada uma peça que ocupou 70% do plano XY do volume de trabalho da *router*. As dimensões da *router* podem ser vistas na Figura 12 e o volume de trabalho da mesma pode ser visto na Figura 13.

Figura 12 - Dimensões da *router* (Vistas lateral e frontal).



Fonte: Silva (2018)

Figura 13 - Volume de trabalho da *router* (Vista superior).



Fonte: Silva (2018)

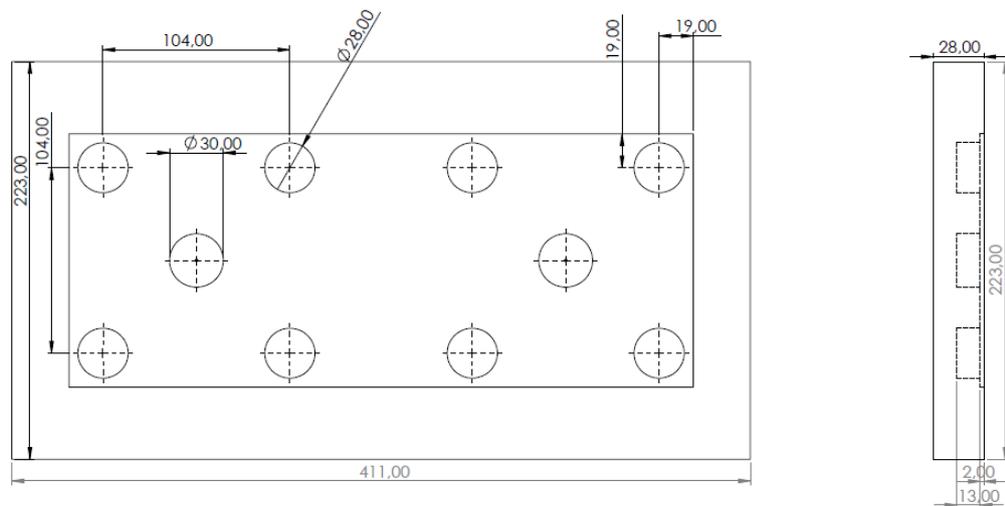
3.2 PREPARAÇÃO DO CORPO DE PROVA

Nesta seção serão descritos os processos realizados antes do início da fabricação na *router*.

3.2.1 Desenho da peça

O projeto da peça foi feito no *SolidWorks*, e também as etapas de geração do código G e simulação. Na Figura 14 pode ser visto o projeto da peça.

Figura 14 - Desenho da peça



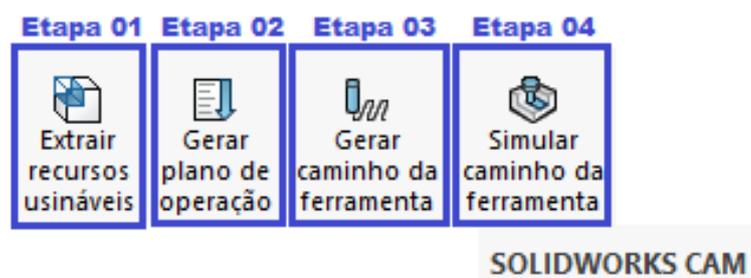
Fonte: A Autora (2021)

3.2.2 Código G

O código G é desenvolvido após a análise da geometria da peça, sendo necessário avaliar as dimensões e em seguida definir os parâmetros do processo de fabricação por usinagem (profundidade de corte, velocidades, ferramentas, pontos de parada, entre outros). O código G é responsável por listar todas as etapas de fabricação (troca de ferramenta, lubrificação, etc.), levando em consideração todos os parâmetros de usinagem definidos anteriormente.

O código do presente estudo foi gerado com o auxílio do *Software SolidWorks 2019* (Apêndice A). Após realizar o desenho e definir o material da peça, foi utilizada a ferramenta *SolidWorks CAM*. O passo a passo para gerar o código está representado na Figura 15, além disso, foi necessário implementar os parâmetros de corte.

Figura 15 - Etapas para gerar o Código G no *SolidWorks*.



Fonte: A Autora (2021).

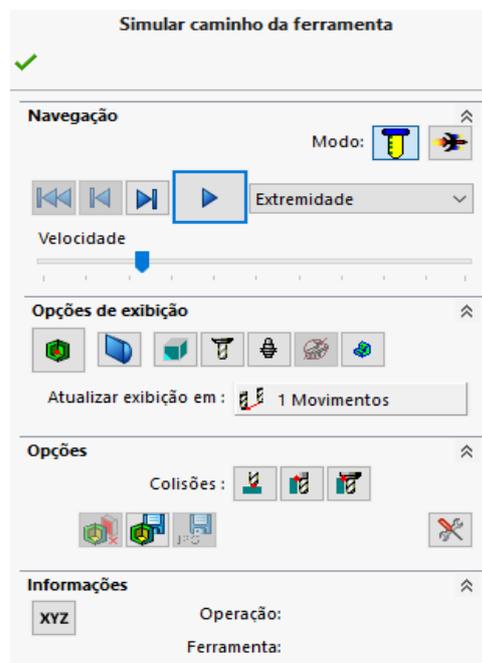
Com o código G finalizado, não é indicado que este seja inserido imediatamente no CNC para dar início a fabricação, pois algumas vezes, este código pode ser otimizado ou até mesmo, pode conter alguma etapa ineficiente que seria vista apenas em operação. Para que esses possíveis problemas não sejam identificados durante a produção, acarretando riscos ou prejuízos, é indicado realizar uma simulação, onde será possível observar todas as etapas do processo de maneira detalhada, podendo assim, realizar as alterações necessárias e verificar se as decisões tomadas em cada etapa do código são as mais indicadas.

3.2.3 Simulação da fabricação

Esta etapa também foi feita com o auxílio do *SolidWorks CAM*, uma vez que o desenho da peça e o código G estão prontos, é o momento de verificar se as etapas do processo necessitam de algum ajuste.

Na tela de controle da simulação, é possível controlar a velocidade de visualização e ainda ter acesso à algumas possibilidades de exibições. Esta tela está representada na Figura 16.

Figura 16 - Tela de controle da simulação.



Fonte: A Autora (2021)

Após a observação da simulação, verificou-se que o código G gerado era ideal para realizar a fabricação. Sendo assim, o código foi implementado na interface da *router* CNC para dar início a fabricação da peça.

3.3 FABRICAÇÃO DA PEÇA

Nesta seção, serão descritos os parâmetros e as etapas realizados para fabricar a peça.

3.3.1 Características gerais

Para analisar a repetibilidade da *router*, foi fabricada uma única peça de madeira, tendo em vista que este é um dos materiais mais utilizados para fabricação em *router* CNC, contendo dez furos, uma vez que o objetivo deste estudo é avaliar a repetibilidade da máquina ao fabricar furos com 28 mm de diâmetro. A peça fabricada pode ser representada na Figura 17.

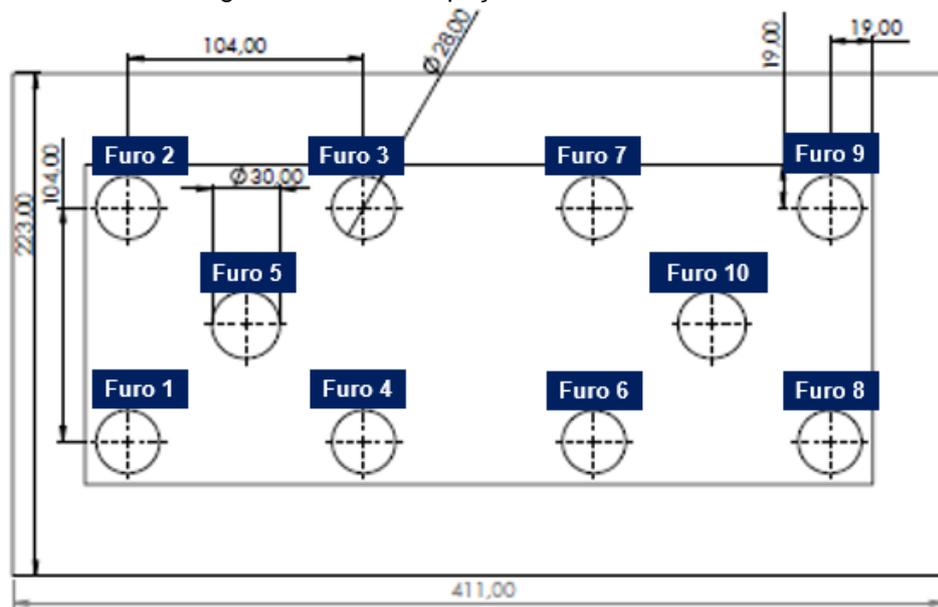
Figura 17 - Peça fabricada pela router CNC avaliada



Fonte: A Autora (2021)

Para que não houvesse nenhum equívoco durante a coleta de dados, todos os furos foram enumerados. Esta situação está representada na Figura 18.

Figura 18 - Furos da peça enumerados.



Fonte: A Autora (2021).

A ferramenta utilizada foi uma fresa de topo de 6mm de diâmetro.

3.3.2 Preparação do material antes da Usinagem

Antes que o material fosse usinado na *router*, este precisou ser aplainado e colocado em esquadro, para garantir paralelismo na superfície de apoio

3.3.3 Parâmetros inseridos na *router*

Inicialmente, foram definidos a velocidade de corte ($V_c=169,65$ m/min), profundidade de corte ($p=3$ mm) e o avanço por dente ($f=0,01$ mm).

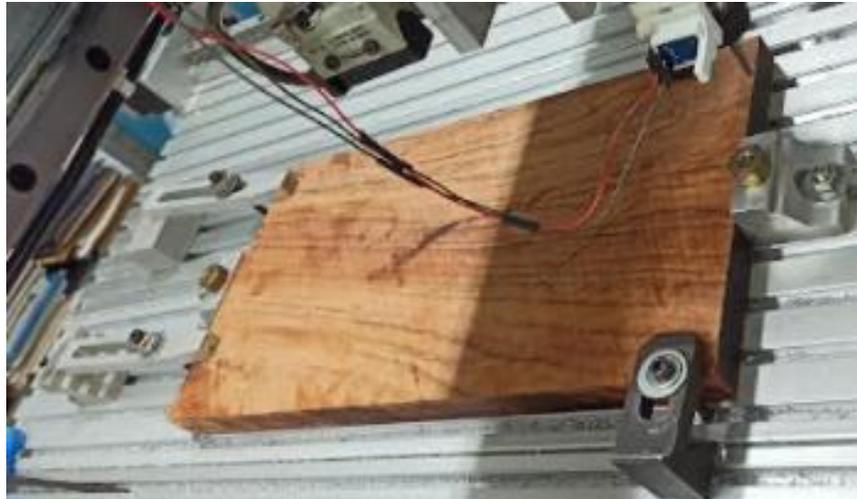
A ferramenta foi uma fresa de topo reta, feita em aço rápido, com diâmetro de 6 mm e quatro arestas de corte.

Estes parâmetros foram inseridos na interface da *router* e foram sugeridos pelo *SolidWorks* levando em consideração o material da peça e a ferramenta de corte utilizada.

3.3.4 Fixação da peça

A fixação da peça no volume de trabalho da *router* é uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, esta foi feita com o auxílio de um relógio comparador para alinhar melhor a peça em relação ao eixo, pois uma fixação inadequada pode ocasionar vibrações e interferir no acabamento superficial da peça, o que seria prejudicial na análise final, já que a peça será submetida a um processo de medição. Esta fixação pode ser vista na Figura 19.

Figura 19 - Fixação da peça no volume de trabalho da *Router* CNC.



Fonte: A Autora (2021).

3.3.5 Descrição da fabricação da peça

Após a implementação do código e a fixação da peça, foi necessário definir o ponto zero peça, o qual será o ponto de referência ao longo de todo o processo de fabricação. Todas as coordenadas geradas pelo Código G terão este ponto como referência.

Para definir este ponto, tangenciou-se a ferramenta de corte na peça em relação aos três eixos coordenados (X, Y e Z), este procedimento pode ser visto na Figura 20.

Figura 20 - Determinação do ponto zero peça.



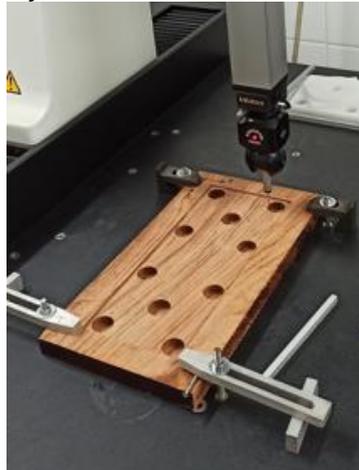
Fonte: A Autora (2021).

3.4 MEDIÇÃO DA PEÇA COM A MÁQUINA DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS

Após a fabricação da peça, esta foi fixada no volume de trabalho da máquina de medição por coordenadas, para dar início ao processo de coleta de dados dos furos de 28 mm de diâmetro.

O processo de fixação foi realizado com o mesmo cuidado que foi feito no volume de trabalho da *router* para que esta não interferisse no processo de medição. Esta etapa está representada na Figura 21.

Figura 21 - Fixação da peça fabricada no volume de trabalho da MMC.



Fonte: A Autora (2021).

3.4.1 Características da máquina utilizada

Os parâmetros e a ilustração da máquina de medição por coordenadas utilizada no presente estudo, estão representados no Quadro 2 e na Figura 22.

Quadro 2 - Parâmetros da MMC utilizada na análise.

Marca	<i>Mitutoyo</i>
Modelo	<i>Beyond Crystal 574</i>
Faixa nominal	500mm x 700mm x 400mm
Resolução	0,0005mm
Número do Certificado de calibração	03206/13 (RBC)

Fonte: A Autora (2021).

Figura 22 - Máquina de Medição por Coordenadas utilizada



Fonte: A Autora (2021)

3.4.2 Procedimento de medição de cada peça

O processo de medição foi dividido em quatro etapas. Antes de iniciar a apuração dos pontos, os furos da peça foram enumerados, para facilitar organização dos dados obtidos. Durante todo o processo de medição, a ferramenta utilizada foi uma haste com ponta esférica de rubi e 3mm de diâmetro.

Inicialmente, foi necessário implementar na máquina pontos para determinar um plano de base, um eixo e um furo. Com estes parâmetros a máquina é capaz de reconhecer as características do plano que vai ser trabalhado.

Para a determinação do plano base, foi coletado um total de oito pontos da sua superfície, para determinar um eixo, foi coletado quatro pontos ao longo do eixo y e para determinar um furo, foram coletados 6 pontos do furo 5.

Após isso, a apuração de todos os pontos de cada furo foi realizada automaticamente pela máquina de medição. Este processo pode ser visto na Figura 23.

Figura 23 - Coleta de um dos pontos do furo 2.

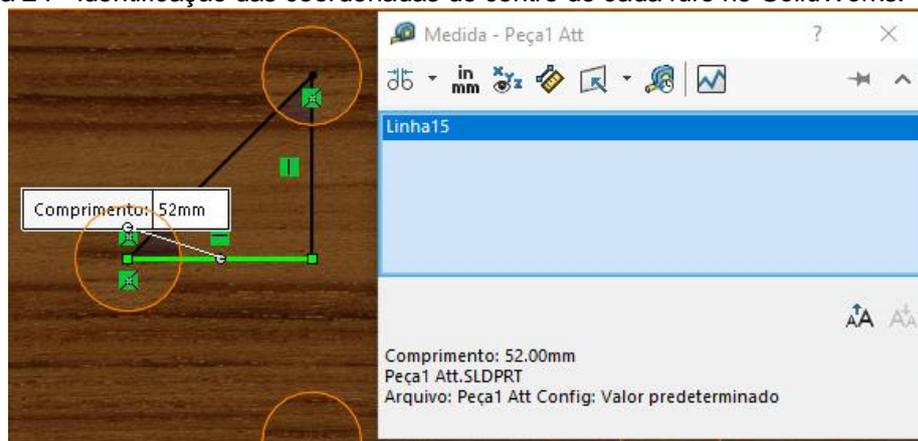


Fonte: A Autora (2021).

Para que a MMC traçasse a trajetória de medição de cada furo a ser inspecionado e ser capaz de realizar essa medição de forma automática, foi inserido em sua interface as coordenadas do centro e o diâmetro de cada furo.

As coordenadas do centro de cada furo foram consultadas diretamente no desenho da peça no *SolidWorks* e foram implementadas uma a uma na interface da máquina de medição, a medida que cada furo era medido.

Um exemplo de identificação das coordenadas de centro no *SolidWorks* pode ser visualizado na Figura 24, vale ressaltar que no desenho da peça a origem foi colocada no centro do furo 5.

Figura 24 - Identificação das coordenadas de centro de cada furo no *SolidWorks*.

Fonte: A Autora (2021).

4 RESULTADOS

Nesta seção serão dispostos todos os resultados obtidos nas medições.

4.1 RESULTADOS OBTIDOS NA MÁQUINA DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS

Os resultados das medições do furo 1 estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Medições do furo 01 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9290	27,9301	27,9307	27,9299	27,9308

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 2 estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Medições do furo 02 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9333	27,9375	27,9381	27,9377	27,9373

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 3 estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Medições do furo 03 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9355	27,9412	27,9407	27,9405	27,9407

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 4 estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Medições do furo 04 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9268	27,9285	27,9281	27,9286	27,9288

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 6 estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Medições do furo 06 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
29,9291	29,9307	29,9306	29,9315	29,9308

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 7 estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Medições do furo 07 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9291	27,9286	27,9287	27,9285	27,9277

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 8 estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Medições do furo 08 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9567	27,9566	27,9568	27,9573	27,9573

Fonte: A Autora (2021)

Os resultados das medições do furo 9 estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Medições do furo 09 em milímetros

Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5
27,9306	27,9308	27,9305	27,9309	27,9303

Fonte: A Autora (2021)

4.2 CÁLCULO DA REPETIBILIDADE

Para realizar o cálculo da repetibilidade, foram utilizados o *Software Excel* e a tabela *t-Student*. As etapas necessárias estão descritas nesta seção

4.2.1 Etapa 01: cálculo da média das medições de cada furo

Inicialmente foi calculada a média de cada conjunto de medições de cada furo, a fim de aumentar a normalidade do conjunto de medições. Estas estão dispostas na Tabela 9.

Tabela 9 - Médias das medições de cada furo em milímetros

Furo	Médias
1	27,93010
2	27,93678
3	27,93972
4	27,92816
6	27,92852
7	27,95694
8	27,93062
9	27,94364

Fonte: A Autora (2021)

4.2.2 Etapa 02: cálculo do desvio padrão

Foi calculado o desvio padrão dos resultados obtidos com a média de cada conjunto de dados, ou seja, o desvio padrão das médias (u) resultou em 0,009908305319 mm.

4.2.3 Etapa 03: consulta do coeficiente *t-Student* e cálculo da repetibilidade

Nesta etapa, foi necessário consultar o coeficiente t da tabela *t-Student*. Para isso, foi considerado 95,45% de probabilidade. Segundo (Neto, 2015), isso quer dizer que a probabilidade do conjunto de medidas estarem dentro deste percentual é de 95,45%.

Além disso, outro dado necessário para consultar este coeficiente, é o grau de liberdade $(n-1) = (8-1) = 7$, sendo n o número de repetições.

Com isso, ao consultar a tabela *t-Student*, foi encontrado $t=2,429$. A repetibilidade encontrada foi $\pm 0,00850906619$.

4.3 APLICAÇÃO DO TESTE DE HIPÓTESE

Os dados obtidos nas medições foram submetidos ao teste de hipótese, o qual consiste em uma regra de decisão que auxilia no momento de aceitar ou rejeitar uma hipótese a respeito da amostra de dados.

4.3.1 Etapa 01: definição das etapas nula e alternativa

Nesta etapa foram definidas as hipóteses nula e alternativa, sendo elas, complementares entre si. O teste de hipótese aplicado será do tipo bicaudal.

Como o valor do diâmetro no projeto é de 28 mm, as hipóteses serão em relação a este valor. Estas hipóteses constam na Tabela 10.

Tabela 10 - Hipóteses nula e alternativa.

Hipótese nula (H_0)	$D=28\text{mm}$
Hipótese alternativa (H_a)	$D\neq 28\text{mm}$

Fonte: A Autora (2021)

4.3.2 Etapa 02: média das medidas obtidas

Nesta etapa foi feito o cálculo da média do conjunto de medidas obtidas, a média obtida foi de 27,934 mm.

4.3.3 Etapa 03: cálculo do desvio padrão

Nesta etapa, foi calculado o desvio padrão da amostra de dados, o desvio padrão obtido foi de 0,00987 mm.

4.3.4 Etapa 04: definição do grau de significância

Para a continuação do teste, é necessário definir a probabilidade de ocorrência de um erro tipo 1, ou seja, quando a hipótese nula é rejeitada quando esta deveria ter sido aceita. Para esta análise, foi definido um $\alpha=0,05$.

4.3.5 Etapa 05

Nesta etapa, foi realizado o cálculo do Z, este valor é o parâmetro de entrada para consultar a tabela da normal padrão e obter o P, dado importante para as etapas seguintes, o valor obtido para o parâmetro Z foi -18,895.

4.3.6 Etapas 06 e 07: consulta do P-valor e comparação com o grau de significância

Para a finalização do teste, é necessário comparar o P encontrado na tabela da distribuição com o α sugerido. Porém, o valor do Z extrapolou os valores contidos na tabela da distribuição normal padrão. Sendo assim, não foi possível encontrar o valor de P através da tabela, por este motivo, foi utilizado o *Excel* para realizar este cálculo, as funções utilizadas foram a padronizar, Figura 25, e a função distnorm, Figura 26.

Figura 25 - Função Padronizar

```
PADRONIZAR(valor; media; desvio_padrao) ^ X
```

EXEMPLO
 PADRONIZAR(96; 80; 6,7)

SOBRE
 Calcula o equivalente normalizado de uma variável aleatória, dada a média e o desvio-padrão da distribuição.

valor
 O valor da variável aleatória a qual normalizar.

media
 A média da distribuição.

desvio_padrao
 O desvio-padrão da distribuição.

Fonte: Excel (2010_

Figura 26- Função DISTNORM.

```
DISTNORM(x; media; desvio_padrao; cumulativa) ^ X
```

EXEMPLO
 DISTNORM(1; 0; 1; VERDADEIRO)

SOBRE
 Retorna o valor da função de distribuição normal (ou função de distribuição normal cumulativa) para o valor, média e desvio-padrão especificados.

x
 A entrada para a função de distribuição normal.

media
 A média (mu) da função de distribuição normal.

desvio_padrao
 O desvio-padrão (sigma) da função de distribuição normal.

Fonte: Excel (2010)

Sendo assim, utilizando o *software*, os dados obtidos estão expressos na Tabela 11.

Tabela 11 - Dados obtidos para os parâmetros Z e P-Valor.

PADRONIZAR	6,680392722
DISTNORM	0

Fonte: A Autora (2021)

A função *distnorm*, retorna o valor do P. Quando este valor é muito menor do que a probabilidade de ocorrência do erro tipo 1, a hipótese nula é rejeitada.

5 CONCLUSÃO

O projeto da peça, a simulação da fabricação e o código G feitos utilizando o SolidWorks foram realizados com sucesso, visto que, a ferramenta computacional utilizada ofereceu praticidade e qualidade.

A fabricação da peça no volume de trabalho da router foi excelente, a peça obtida apresentou bom acabamento utilizando os parâmetros de corte sugeridos pelo CAM.

A medição da peça utilizando a máquina de medição por coordenadas foi realizada de maneira muito otimizada, pois a máquina conseguiu realizar todas as medições com agilidade e com pouca intervenção humana, além de ter obtido medidas muito próximas do valor de referência, resultando em um desvio padrão pouco expressivo.

A aplicação do teste de hipótese evidenciou que não houve diferença significativa em relação aos furos medidos entre si. Além disso, também não houve diferença expressiva entre os valores dos furos medidos e o valor nominal, ou seja, foi possível rejeitar a hipótese nula com segurança, pois foi obtido um P-valor muito menor do que o grau de significância estipulado na análise.

A máquina apresentou boa repetibilidade, pois o valor obtido no cálculo deste parâmetro foi inferior a 10%.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Verificar a repetibilidade da máquina ao fabricar peças com outras dimensões;
- Avaliar a repetibilidade da máquina usinando outros materiais;
- Avaliar a repetibilidade da máquina variando a localização da usinagem dentro do volume de trabalho da *Router*.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. M.; **Capítulo 5: Testes de hipóteses estatísticas**. 2007. Disponível em: <http://cee.uma.pt/edu/Bioest/teorica/capitulo5.pdf>. Acesso: 10/08/2021.

ARENHART, F.A. **Desempenho Metrológico de Máquina de Medição por Coordenadas no Âmbito Industrial Brasileiro**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em engenharia mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BARBOSA, P. A. **Estudo do comportamento mecânico na usinagem de aços inoxidáveis**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAMPOS, J. R. C. **Aspectos da confiabilidade metrológica na indústria de cerâmica vermelha em Pernambuco**. 2008. Tese (Pós-graduação em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

CAVALCANTE, Z. V; SILVA, M. L. S. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia**. 2011. Trabalho submetido ao Encontro Internacional de Produção Científica, na categoria de graduação.

COSTA, D. D. ; PEREIRA A. G. Desenvolvimento e avaliação de uma tecnologia de baixo custo para programação CNC em pequenas empresas. **Produção**, Paraná, v. 16, p. 048063, 2006.

FELIPE, M. R. **Simulação e otimização no processo de usinagem CNC (Comando Numérico Computadorizado)**, 2020, Trabalho submetido à 9ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu, Botucatu, 2020.

FIEBIG, R. **Protótipo de um CNC Router**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

FRITZEN, L. G. **Projeto estrutural de uma Router CNC de baixo custo**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica), Universidade UNICESUMAR, Maringá, 2020.

GUIMARÃES, H. A. S. **Evolução do processo de usinagem convencional para usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado)**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica), Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2013.

JÚNIOR, A. A. G. ; SOUZA, A. R. **Metrologia: científica e industrial**. Barueri: Manole Ltda, 2008.

NETO, J. C. S. **Estudo do erro sistemático ou tendência e repetibilidade de um instrumento de medição**, 2015, Trabalho submetido ao 8º Congresso Brasileiro de Metrologia, Bento Gonçalves, 2015.

NORO, A. A. ; VIEGAS T. U. **Projeto de uma Fresadora CNC do tipo Router**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Mecatrônica Industrial), Faculdade de Tecnologia de Garça, São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, A.L. **Validação dos processos de medição por coordenadas em operações de controle de qualidade**. 2003. Tese (Doutorado em Metrologia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

OLIVEIRA, E. M. Transformações no mundo de trabalho, da revolução industrial aos nossos dias. 2004. **Caminhos de geografia**, Disponível em: www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html. Acesso em 05 ago. 2021.

ORREGO, R. M. M; GIACOMO B. ; ABACKERLI A. J. Fontes de Erros em Metrologia a Três Coordenadas: considerações gerais. **Revista de ciência e Tecnologia**, São Paulo, v.8, p. 43-56, 2000.

RODRIGUES, A. R. **Estudo da geometria de arestas de corte aplicada em usinagem com altas velocidades de corte**. 2005, Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SILVA, J.C.A. **Projeto mecânico, fabricação, montagem e ensaios geométricos em uma router CNC com quatro eixos**. 2018. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA. P. P. B. **Testes funcionais do desempenho de uma router com acionamento por CNC**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SOUZA, F. E. **Modelo de otimização para redução de setup em usinagem convencional e CNC**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TOLEDO, C. E. P. *et al.* Avaliação de Erro Sistemático e Discrepância das Medições de Modelos Odontológicos utilizando-se Paquímetro Digital, **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, Paraíba, V. p. 55-61, 2009.

APÊNDICE A – CÓDIGO G UTILIZADO PARA A FABRICAÇÃO DA PEÇA

O0001	N36 X-101.35	N73 Y308.8
N1 G21	N37 Y308.8	N74 X-84.55
N2 (6MM CRB 2FL 19 LOC)	N38 X-98.95	N75 Y335.2
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0	N39 Y320.8	N76 X-138.45
N4 T01 M06	N40 X-124.05	N77 Y75.8
N5 S9000 M03	N41 Y90.2	N78 X-84.55
	N42 X-98.95	N79 Y308.8
N6 (Fresa de desbaste1)	N43 Y308.8	N80 X-82.15
N7 G90 G54 G00 X-110.95 Y308.8	N44 X-96.55	N81 Y337.6
N8 G43 Z2.5 H01 M08	N45 Y323.2	N82 X-140.85
N9 G01 Z-1.75 F400.	N46 X-126.45	N83 Y73.4
N10 G17 X-112.05 F399.6	N47 Y87.8	N84 X-82.15
N11 Y102.2	N48 X-96.55	N85 Y308.8
N12 X-110.95	N49 Y308.8	N86 X-79.75
N13 Y308.8	N50 X-94.15	N87 Y340.
N14 X-108.55	N51 Y325.6	N88 X-143.25
N15 Y311.2	N52 X-128.85	N89 Y71.
N16 X-114.45	N53 Y85.4	N90 X-79.75
N17 Y99.8	N54 X-94.15	N91 Y308.8
N18 X-108.55	N55 Y308.8	N92 X-77.35
N19 Y308.8	N56 X-91.75	N93 Y342.4
N20 X-106.15	N57 Y328.	N94 X-145.65
N21 Y313.6	N58 X-131.25	N95 Y68.6
N22 X-116.85	N59 Y83.	N96 X-77.35
N23 Y97.4	N60 X-91.75	N97 Y308.8
N24 X-106.15	N61 Y308.8	N98 X-74.95
N25 Y308.8	N62 X-89.35	N99 Y344.8
N26 X-103.75	N63 Y330.4	N100 X-148.05
N27 Y316.	N64 X-133.65	N101 Y66.2
N28 X-119.25	N65 Y80.6	N102 X-74.95
N29 Y95.	N66 X-89.35	N103 Y308.8
N30 X-103.75	N67 Y308.8	N104 X-72.55
N31 Y308.8	N68 X-86.95	N105 Y347.2
N32 X-101.35	N69 Y332.8	N106 X-150.45
N33 Y318.4	N70 X-136.05	N107 Y63.8
N34 X-121.65	N71 Y78.2	N108 X-72.55
N35 Y92.6	N72 X-86.95	N109 Y308.8

N110 X-70.15	N149 Y47.	N188 X-110.95
N111 Y349.6	N150 X-55.75	N189 Z.75
N112 X-152.85	N151 Y308.8	N190 G01 Z-2. F400.
N113 Y61.4	N152 X-53.35	N191 X-112.05 F399.6
N114 X-70.15	N153 Y366.4	N192 Y102.2
N115 Y308.8	N154 X-169.65	N193 X-110.95
N116 X-67.75	N155 Y44.6	N194 Y308.8
N117 Y352.	N156 X-53.35	N195 X-108.55
N118 X-155.25	N157 Y308.8	N196 Y311.2
N119 Y59.	N158 X-50.95	N197 X-114.45
N120 X-67.75	N159 Y368.8	N198 Y99.8
N121 Y308.8	N160 X-172.05	N199 X-108.55
N122 X-65.35	N161 Y42.2	N200 Y308.8
N123 Y354.4	N162 X-50.95	N201 X-106.15
N124 X-157.65	N163 Y308.8	N202 Y313.6
N125 Y56.6	N164 X-48.55	N203 X-116.85
N126 X-65.35	N165 Y371.2	N204 Y97.4
N127 Y308.8	N166 X-174.45	N205 X-106.15
N128 X-62.95	N167 Y39.8	N206 Y308.8
N129 Y356.8	N168 X-48.55	N207 X-103.75
N130 X-160.05	N169 Y308.8	N208 Y316.
N131 Y54.2	N170 X-46.15	N209 X-119.25
N132 X-62.95	N171 Y373.6	N210 Y95.
N133 Y308.8	N172 X-176.85	N211 X-103.75
N134 X-60.55	N173 Y37.4	N212 Y308.8
N135 Y359.2	N174 X-46.15	N213 X-101.35
N136 X-162.45	N175 Y308.8	N214 Y318.4
N137 Y51.8	N176 X-43.75	N215 X-121.65
N138 X-60.55	N177 Y376.	N216 Y92.6
N139 Y308.8	N178 X-179.25	N217 X-101.35
N140 X-58.15	N179 Y35.	N218 Y308.8
N141 Y361.6	N180 X-43.75	N219 X-98.95
N142 X-164.85	N181 Y308.8	N220 Y320.8
N143 Y49.4	N182 Y376.	N221 X-124.05
N144 X-58.15	N183 X-179.25	N222 Y90.2
N145 Y308.8	N184 Y35.	N223 X-98.95
N146 X-55.75	N185 X-43.75	N224 Y308.8
N147 Y364.	N186 Y308.8	N225 X-96.55
N148 X-167.25	N187 G00 Z2.5	N226 Y323.2

N227 X-126.45	N266 Y308.8	N305 X-157.65
N228 Y87.8	N267 X-79.75	N306 Y56.6
N229 X-96.55	N268 Y340.	N307 X-65.35
N230 Y308.8	N269 X-143.25	N308 Y308.8
N231 X-94.15	N270 Y71.	N309 X-62.95
N232 Y325.6	N271 X-79.75	N310 Y356.8
N233 X-128.85	N272 Y308.8	N311 X-160.05
N234 Y85.4	N273 X-77.35	N312 Y54.2
N235 X-94.15	N274 Y342.4	N313 X-62.95
N236 Y308.8	N275 X-145.65	N314 Y308.8
N237 X-91.75	N276 Y68.6	N315 X-60.55
N238 Y328.	N277 X-77.35	N316 Y359.2
N239 X-131.25	N278 Y308.8	N317 X-162.45
N240 Y83.	N279 X-74.95	N318 Y51.8
N241 X-91.75	N280 Y344.8	N319 X-60.55
N242 Y308.8	N281 X-148.05	N320 Y308.8
N243 X-89.35	N282 Y66.2	N321 X-58.15
N244 Y330.4	N283 X-74.95	N322 Y361.6
N245 X-133.65	N284 Y308.8	N323 X-164.85
N246 Y80.6	N285 X-72.55	N324 Y49.4
N247 X-89.35	N286 Y347.2	N325 X-58.15
N248 Y308.8	N287 X-150.45	N326 Y308.8
N249 X-86.95	N288 Y63.8	N327 X-55.75
N250 Y332.8	N289 X-72.55	N328 Y364.
N251 X-136.05	N290 Y308.8	N329 X-167.25
N252 Y78.2	N291 X-70.15	N330 Y47.
N253 X-86.95	N292 Y349.6	N331 X-55.75
N254 Y308.8	N293 X-152.85	N332 Y308.8
N255 X-84.55	N294 Y61.4	N333 X-53.35
N256 Y335.2	N295 X-70.15	N334 Y366.4
N257 X-138.45	N296 Y308.8	N335 X-169.65
N258 Y75.8	N297 X-67.75	N336 Y44.6
N259 X-84.55	N298 Y352.	N337 X-53.35
N260 Y308.8	N299 X-155.25	N338 Y308.8
N261 X-82.15	N300 Y59.	N339 X-50.95
N262 Y337.6	N301 X-67.75	N340 Y368.8
N263 X-140.85	N302 Y308.8	N341 X-172.05
N264 Y73.4	N303 X-65.35	N342 Y42.2
N265 X-82.15	N304 Y354.4	N343 X-50.95

N344 Y308.8	N381 G02 X-43.75 Y372.75 I0 J-3.25	N416 G02 X-47. Y35. I-3.25 J0 F399.6
N345 X-48.55	N382 G01 Y376.	N417 G01 X-43.75
N346 Y371.2	N383 G00 Z2.5	N418 Y38.25
N347 X-174.45	N384 X-179.25 Y372.75	N419 G00 Z2.5
N348 Y39.8	N385 G01 Z-1.75 F400.	N420 Z25.
N349 X-48.55	N386 G02 X-176. Y376. I3.25 J0 F399.6	N421 (Fresa de contorno1)
N350 Y308.8	N387 G01 X-179.25	N422 X-44.1 Y204.051
N351 X-46.15	N388 Y372.75	N423 Z3.
N352 Y373.6	N389 G00 Z2.5	N424 G01 Z-2. F400.
N353 X-176.85	N390 Z.75	N425 G41 D21 X-43.676 Y204.476
N354 Y37.4	N391 G01 Z-2. F400.	N426 G03 X-43.5 Y204.9 I-.424 J.424
N355 X-46.15	N392 G02 X-176. Y376. I3.25 J0 F399.6	N427 G01 Y376.25 F399.6
N356 Y308.8	N393 G01 X-179.25	N428 X-179.5
N357 X-43.75	N394 Y372.75	N429 Y34.75
N358 Y376.	N395 G00 Z2.5	N430 X-43.5
N359 X-179.25	N396 X-176. Y35.	N431 Y206.1
N360 Y35.	N397 G01 Z-1.75 F400.	N432 G03 X-43.676 Y206.524 I-.6 J0
N361 X-43.75	N398 G02 X-179.25 Y38.25 I0 J3.25 F399.6	N433 G40 G01 X-44.1 Y206.949
N362 Y308.8	N399 G01 Y35.	N434 G00 Z3.
N363 Y376.	N400 X-176.	N435 Z25.
N364 X-179.25	N401 G00 Z2.5	N436 M00
N365 Y35.	N402 Z.75	N437 (Fresa de desbaste3)
N366 X-43.75	N403 G01 Z-2. F400.	N438 X-163.5 Y360.25
N367 Y308.8	N404 G02 X-179.25 Y38.25 I0 J3.25 F399.6	N439 Z.5
N368 G00 Z2.5	N405 G01 Y35.	N440 G01 Z-5. F400.
N369 Z25.	N406 X-176.	N441 X-162.35
N370 (Fresa de desbaste2)	N407 G00 Z2.5	N442 G03 I-1.15 J0 F399.6
N371 Y376.	N408 X-43.75 Y38.25	N443 G01 X-159.95
N372 Z2.5	N409 G01 Z-1.75 F400.	N444 G03 I-3.55 J0
N373 G01 Z-1.75 F400.	N410 G02 X-47. Y35. I-3.25 J0 F399.6	N445 G01 X-157.55
N374 X-47. F399.6	N411 G01 X-43.75	N446 G03 I-5.95 J0
N375 G02 X-43.75 Y372.75 I0 J-3.25	N412 Y38.25	N447 G01 X-155.15
N376 G01 Y376.	N413 G00 Z2.5	N448 G03 I-8.35 J0
N377 G00 Z2.5	N414 Z.75	N449 G01 X-152.75
N378 Z.75	N415 G01 Z-2. F400.	N450 G03 I-10.75 J0
N379 G01 Z-2. F400.		
N380 X-47. F399.6		

N451 I-10.75 J0	N490 G01 X-157.55	N529 Z25.
N452 G01 X-163.5	N491 G03 I-5.95 J0	N530 Y256.25
N453 G00 Z.5	N492 G01 X-155.15	N531 Z.5
N454 Z-2.5	N493 G03 I-8.35 J0	N532 G01 Z-5. F400.
N455 G01 Z-7.437 F400.	N494 G01 X-152.75	N533 X-162.35
N456 X-162.35	N495 G03 I-10.75 J0	N534 G03 I-1.15 J0 F399.6
N457 G03 I-1.15 J0 F399.6	N496 I-10.75 J0	N535 G01 X-159.95
N458 G01 X-159.95	N497 G01 X-163.5	N536 G03 I-3.55 J0
N459 G03 I-3.55 J0	N498 G00 Z.5	N537 G01 X-157.55
N460 G01 X-157.55	N499 Z-9.813	N538 G03 I-5.95 J0
N461 G03 I-5.95 J0	N500 G01 Z-14.75 F400.	N539 G01 X-155.15
N462 G01 X-155.15	N501 X-162.35	N540 G03 I-8.35 J0
N463 G03 I-8.35 J0	N502 G03 I-1.15 J0 F399.6	N541 G01 X-152.75
N464 G01 X-152.75	N503 G01 X-159.95	N542 G03 I-10.75 J0
N465 G03 I-10.75 J0	N504 G03 I-3.55 J0	N543 I-10.75 J0
N466 I-10.75 J0	N505 G01 X-157.55	N544 G01 X-163.5
N467 G01 X-163.5	N506 G03 I-5.95 J0	N545 G00 Z.5
N468 G00 Z.5	N507 G01 X-155.15	N546 Z-2.5
N469 Z-4.937	N508 G03 I-8.35 J0	N547 G01 Z-7.437 F400.
N470 G01 Z-9.875 F400.	N509 G01 X-152.75	N548 X-162.35
N471 X-162.35	N510 G03 I-10.75 J0	N549 G03 I-1.15 J0 F399.6
N472 G03 I-1.15 J0 F399.6	N511 I-10.75 J0	N550 G01 X-159.95
N473 G01 X-159.95	N512 G01 X-163.5	N551 G03 I-3.55 J0
N474 G03 I-3.55 J0	N513 G00 Z.5	N552 G01 X-157.55
N475 G01 X-157.55	N514 Z-12.25	N553 G03 I-5.95 J0
N476 G03 I-5.95 J0	N515 G01 Z-15. F400.	N554 G01 X-155.15
N477 G01 X-155.15	N516 X-162.35	N555 G03 I-8.35 J0
N478 G03 I-8.35 J0	N517 G03 I-1.15 J0 F399.6	N556 G01 X-152.75
N479 G01 X-152.75	N518 G01 X-159.95	N557 G03 I-10.75 J0
N480 G03 I-10.75 J0	N519 G03 I-3.55 J0	N558 I-10.75 J0
N481 I-10.75 J0	N520 G01 X-157.55	N559 G01 X-163.5
N482 G01 X-163.5	N521 G03 I-5.95 J0	N560 G00 Z.5
N483 G00 Z.5	N522 G01 X-155.15	N561 Z-4.937
N484 Z-7.375	N523 G03 I-8.35 J0	N562 G01 Z-9.875 F400.
N485 G01 Z-12.312 F400.	N524 G01 X-152.75	N563 X-162.35
N486 X-162.35	N525 G03 I-10.75 J0	N564 G03 I-1.15 J0 F399.6
N487 G03 I-1.15 J0 F399.6	N526 I-10.75 J0	N565 G01 X-159.95
N488 G01 X-159.95	N527 G01 X-163.5	N566 G03 I-3.55 J0
N489 G03 I-3.55 J0	N528 G00 Z.5	N567 G01 X-157.55

N568 G03 I-5.95 J0	N607 G01 Z-15. F400.	N646 G01 X-155.15
N569 G01 X-155.15	N608 X-162.35	N647 G03 I-8.35 J0
N570 G03 I-8.35 J0	N609 G03 I-1.15 J0 F399.6	N648 G01 X-152.75
N571 G01 X-152.75	N610 G01 X-159.95	N649 G03 I-10.75 J0
N572 G03 I-10.75 J0	N611 G03 I-3.55 J0	N650 I-10.75 J0
N573 I-10.75 J0	N612 G01 X-157.55	N651 G01 X-163.5
N574 G01 X-163.5	N613 G03 I-5.95 J0	N652 G00 Z.5
N575 G00 Z.5	N614 G01 X-155.15	N653 Z-4.937
N576 Z-7.375	N615 G03 I-8.35 J0	N654 G01 Z-9.875 F400.
N577 G01 Z-12.312 F400.	N616 G01 X-152.75	N655 X-162.35
N578 X-162.35	N617 G03 I-10.75 J0	N656 G03 I-1.15 J0 F399.6
N579 G03 I-1.15 J0 F399.6	N618 I-10.75 J0	N657 G01 X-159.95
N580 G01 X-159.95	N619 G01 X-163.5	N658 G03 I-3.55 J0
N581 G03 I-3.55 J0	N620 G00 Z.5	N659 G01 X-157.55
N582 G01 X-157.55	N621 Z25.	N660 G03 I-5.95 J0
N583 G03 I-5.95 J0	N622 Y154.75	N661 G01 X-155.15
N584 G01 X-155.15	N623 Z.5	N662 G03 I-8.35 J0
N585 G03 I-8.35 J0	N624 G01 Z-5. F400.	N663 G01 X-152.75
N586 G01 X-152.75	N625 X-162.35	N664 G03 I-10.75 J0
N587 G03 I-10.75 J0	N626 G03 I-1.15 J0 F399.6	N665 I-10.75 J0
N588 I-10.75 J0	N627 G01 X-159.95	N666 G01 X-163.5
N589 G01 X-163.5	N628 G03 I-3.55 J0	N667 G00 Z.5
N590 G00 Z.5	N629 G01 X-157.55	N668 Z-7.375
N591 Z-9.813	N630 G03 I-5.95 J0	N669 G01 Z-12.312 F400.
N592 G01 Z-14.75 F400.	N631 G01 X-155.15	N670 X-162.35
N593 X-162.35	N632 G03 I-8.35 J0	N671 G03 I-1.15 J0 F399.6
N594 G03 I-1.15 J0 F399.6	N633 G01 X-152.75	N672 G01 X-159.95
N595 G01 X-159.95	N634 G03 I-10.75 J0	N673 G03 I-3.55 J0
N596 G03 I-3.55 J0	N635 I-10.75 J0	N674 G01 X-157.55
N597 G01 X-157.55	N636 G01 X-163.5	N675 G03 I-5.95 J0
N598 G03 I-5.95 J0	N637 G00 Z.5	N676 G01 X-155.15
N599 G01 X-155.15	N638 Z-2.5	N677 G03 I-8.35 J0
N600 G03 I-8.35 J0	N639 G01 Z-7.437 F400.	N678 G01 X-152.75
N601 G01 X-152.75	N640 X-162.35	N679 G03 I-10.75 J0
N602 G03 I-10.75 J0	N641 G03 I-1.15 J0 F399.6	N680 I-10.75 J0
N603 I-10.75 J0	N642 G01 X-159.95	N681 G01 X-163.5
N604 G01 X-163.5	N643 G03 I-3.55 J0	N682 G00 Z.5
N605 G00 Z.5	N644 G01 X-157.55	N683 Z-9.813
N606 Z-12.25	N645 G03 I-5.95 J0	N684 G01 Z-14.75 F400.

N685 X-162.35	N724 G03 I-8.35 J0	N763 G03 I-1.15 J0 F399.6
N686 G03 I-1.15 J0 F399.6	N725 G01 X-152.75	N764 G01 X-159.95
N687 G01 X-159.95	N726 G03 I-10.75 J0	N765 G03 I-3.55 J0
N688 G03 I-3.55 J0	N727 I-10.75 J0	N766 G01 X-157.55
N689 G01 X-157.55	N728 G01 X-163.5	N767 G03 I-5.95 J0
N690 G03 I-5.95 J0	N729 G00 Z.5	N768 G01 X-155.15
N691 G01 X-155.15	N730 Z-2.5	N769 G03 I-8.35 J0
N692 G03 I-8.35 J0	N731 G01 Z-7.437 F400.	N770 G01 X-152.75
N693 G01 X-152.75	N732 X-162.35	N771 G03 I-10.75 J0
N694 G03 I-10.75 J0	N733 G03 I-1.15 J0 F399.6	N772 I-10.75 J0
N695 I-10.75 J0	N734 G01 X-159.95	N773 G01 X-163.5
N696 G01 X-163.5	N735 G03 I-3.55 J0	N774 G00 Z.5
N697 G00 Z.5	N736 G01 X-157.55	N775 Z-9.813
N698 Z-12.25	N737 G03 I-5.95 J0	N776 G01 Z-14.75 F400.
N699 G01 Z-15. F400.	N738 G01 X-155.15	N777 X-162.35
N700 X-162.35	N739 G03 I-8.35 J0	N778 G03 I-1.15 J0 F399.6
N701 G03 I-1.15 J0 F399.6	N740 G01 X-152.75	N779 G01 X-159.95
N702 G01 X-159.95	N741 G03 I-10.75 J0	N780 G03 I-3.55 J0
N703 G03 I-3.55 J0	N742 I-10.75 J0	N781 G01 X-157.55
N704 G01 X-157.55	N743 G01 X-163.5	N782 G03 I-5.95 J0
N705 G03 I-5.95 J0	N744 G00 Z.5	N783 G01 X-155.15
N706 G01 X-155.15	N745 Z-4.937	N784 G03 I-8.35 J0
N707 G03 I-8.35 J0	N746 G01 Z-9.875 F400.	N785 G01 X-152.75
N708 G01 X-152.75	N747 X-162.35	N786 G03 I-10.75 J0
N709 G03 I-10.75 J0	N748 G03 I-1.15 J0 F399.6	N787 I-10.75 J0
N710 I-10.75 J0	N749 G01 X-159.95	N788 G01 X-163.5
N711 G01 X-163.5	N750 G03 I-3.55 J0	N789 G00 Z.5
N712 G00 Z.5	N751 G01 X-157.55	N790 Z-12.25
N713 Z25.	N752 G03 I-5.95 J0	N791 G01 Z-15. F400.
N714 Y50.75	N753 G01 X-155.15	N792 X-162.35
N715 Z.5	N754 G03 I-8.35 J0	N793 G03 I-1.15 J0 F399.6
N716 G01 Z-5. F400.	N755 G01 X-152.75	N794 G01 X-159.95
N717 X-162.35	N756 G03 I-10.75 J0	N795 G03 I-3.55 J0
N718 G03 I-1.15 J0 F399.6	N757 I-10.75 J0	N796 G01 X-157.55
N719 G01 X-159.95	N758 G01 X-163.5	N797 G03 I-5.95 J0
N720 G03 I-3.55 J0	N759 G00 Z.5	N798 G01 X-155.15
N721 G01 X-157.55	N760 Z-7.375	N799 G03 I-8.35 J0
N722 G03 I-5.95 J0	N761 G01 Z-12.312 F400.	N800 G01 X-152.75
N723 G01 X-155.15	N762 X-162.35	N801 G03 I-10.75 J0

N802 I-10.75 J0	N841 G01 X-55.95	N880 G01 X-59.5
N803 G01 X-163.5	N842 G03 I-3.55 J0	N881 G00 Z.5
N804 G00 Z.5	N843 G01 X-53.55	N882 Z-12.25
N805 Z25.	N844 G03 I-5.95 J0	N883 G01 Z-15. F400.
N806 X-59.5	N845 G01 X-51.15	N884 X-58.35
N807 Z.5	N846 G03 I-8.35 J0	N885 G03 I-1.15 J0 F399.6
N808 G01 Z-5. F400.	N847 G01 X-48.75	N886 G01 X-55.95
N809 X-58.35	N848 G03 I-10.75 J0	N887 G03 I-3.55 J0
N810 G03 I-1.15 J0 F399.6	N849 I-10.75 J0	N888 G01 X-53.55
N811 G01 X-55.95	N850 G01 X-59.5	N889 G03 I-5.95 J0
N812 G03 I-3.55 J0	N851 G00 Z.5	N890 G01 X-51.15
N813 G01 X-53.55	N852 Z-7.375	N891 G03 I-8.35 J0
N814 G03 I-5.95 J0	N853 G01 Z-12.312 F400.	N892 G01 X-48.75
N815 G01 X-51.15	N854 X-58.35	N893 G03 I-10.75 J0
N816 G03 I-8.35 J0	N855 G03 I-1.15 J0 F399.6	N894 I-10.75 J0
N817 G01 X-48.75	N856 G01 X-55.95	N895 G01 X-59.5
N818 G03 I-10.75 J0	N857 G03 I-3.55 J0	N896 G00 Z.5
N819 I-10.75 J0	N858 G01 X-53.55	N897 Z25.
N820 G01 X-59.5	N859 G03 I-5.95 J0	N898 Y154.75
N821 G00 Z.5	N860 G01 X-51.15	N899 Z.5
N822 Z-2.5	N861 G03 I-8.35 J0	N900 G01 Z-5. F400.
N823 G01 Z-7.437 F400.	N862 G01 X-48.75	N901 X-58.35
N824 X-58.35	N863 G03 I-10.75 J0	N902 G03 I-1.15 J0 F399.6
N825 G03 I-1.15 J0 F399.6	N864 I-10.75 J0	N903 G01 X-55.95
N826 G01 X-55.95	N865 G01 X-59.5	N904 G03 I-3.55 J0
N827 G03 I-3.55 J0	N866 G00 Z.5	N905 G01 X-53.55
N828 G01 X-53.55	N867 Z-9.813	N906 G03 I-5.95 J0
N829 G03 I-5.95 J0	N868 G01 Z-14.75 F400.	N907 G01 X-51.15
N830 G01 X-51.15	N869 X-58.35	N908 G03 I-8.35 J0
N831 G03 I-8.35 J0	N870 G03 I-1.15 J0 F399.6	N909 G01 X-48.75
N832 G01 X-48.75	N871 G01 X-55.95	N910 G03 I-10.75 J0
N833 G03 I-10.75 J0	N872 G03 I-3.55 J0	N911 I-10.75 J0
N834 I-10.75 J0	N873 G01 X-53.55	N912 G01 X-59.5
N835 G01 X-59.5	N874 G03 I-5.95 J0	N913 G00 Z.5
N836 G00 Z.5	N875 G01 X-51.15	N914 Z-2.5
N837 Z-4.937	N876 G03 I-8.35 J0	N915 G01 Z-7.437 F400.
N838 G01 Z-9.875 F400.	N877 G01 X-48.75	N916 X-58.35
N839 X-58.35	N878 G03 I-10.75 J0	N917 G03 I-1.15 J0 F399.6
N840 G03 I-1.15 J0 F399.6	N879 I-10.75 J0	N918 G01 X-55.95

N919 G03 I-3.55 J0	N958 G00 Z.5	N997 G01 X-53.55
N920 G01 X-53.55	N959 Z-9.813	N998 G03 I-5.95 J0
N921 G03 I-5.95 J0	N960 G01 Z-14.75 F400.	N999 G01 X-51.15
N922 G01 X-51.15	N961 X-58.35	N1000 G03 I-8.35 J0
N923 G03 I-8.35 J0	N962 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1001 G01 X-48.75
N924 G01 X-48.75	N963 G01 X-55.95	N1002 G03 I-10.75 J0
N925 G03 I-10.75 J0	N964 G03 I-3.55 J0	N1003 I-10.75 J0
N926 I-10.75 J0	N965 G01 X-53.55	N1004 G01 X-59.5
N927 G01 X-59.5	N966 G03 I-5.95 J0	N1005 G00 Z.5
N928 G00 Z.5	N967 G01 X-51.15	N1006 Z-2.5
N929 Z-4.937	N968 G03 I-8.35 J0	N1007 G01 Z-7.437 F400.
N930 G01 Z-9.875 F400.	N969 G01 X-48.75	N1008 X-58.35
N931 X-58.35	N970 G03 I-10.75 J0	N1009 G03 I-1.15 J0 F399.6
N932 G03 I-1.15 J0 F399.6	N971 I-10.75 J0	N1010 G01 X-55.95
N933 G01 X-55.95	N972 G01 X-59.5	N1011 G03 I-3.55 J0
N934 G03 I-3.55 J0	N973 G00 Z.5	N1012 G01 X-53.55
N935 G01 X-53.55	N974 Z-12.25	N1013 G03 I-5.95 J0
N936 G03 I-5.95 J0	N975 G01 Z-15. F400.	N1014 G01 X-51.15
N937 G01 X-51.15	N976 X-58.35	N1015 G03 I-8.35 J0
N938 G03 I-8.35 J0	N977 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1016 G01 X-48.75
N939 G01 X-48.75	N978 G01 X-55.95	N1017 G03 I-10.75 J0
N940 G03 I-10.75 J0	N979 G03 I-3.55 J0	N1018 I-10.75 J0
N941 I-10.75 J0	N980 G01 X-53.55	N1019 G01 X-59.5
N942 G01 X-59.5	N981 G03 I-5.95 J0	N1020 G00 Z.5
N943 G00 Z.5	N982 G01 X-51.15	N1021 Z-4.937
N944 Z-7.375	N983 G03 I-8.35 J0	N1022 G01 Z-9.875 F400.
N945 G01 Z-12.312 F400.	N984 G01 X-48.75	N1023 X-58.35
N946 X-58.35	N985 G03 I-10.75 J0	N1024 G03 I-1.15 J0 F399.6
N947 G03 I-1.15 J0 F399.6	N986 I-10.75 J0	N1025 G01 X-55.95
N948 G01 X-55.95	N987 G01 X-59.5	N1026 G03 I-3.55 J0
N949 G03 I-3.55 J0	N988 G00 Z.5	N1027 G01 X-53.55
N950 G01 X-53.55	N989 Z25.	N1028 G03 I-5.95 J0
N951 G03 I-5.95 J0	N990 Y256.25	N1029 G01 X-51.15
N952 G01 X-51.15	N991 Z.5	N1030 G03 I-8.35 J0
N953 G03 I-8.35 J0	N992 G01 Z-5. F400.	N1031 G01 X-48.75
N954 G01 X-48.75	N993 X-58.35	N1032 G03 I-10.75 J0
N955 G03 I-10.75 J0	N994 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1033 I-10.75 J0
N956 I-10.75 J0	N995 G01 X-55.95	N1034 G01 X-59.5
N957 G01 X-59.5	N996 G03 I-3.55 J0	N1035 G00 Z.5

N1036 Z-7.375	N1075 G03 I-8.35 J0	N1114 G01 Z-9.875 F400.
N1037 G01 Z-12.312 F400.	N1076 G01 X-48.75	N1115 X-58.35
N1038 X-58.35	N1077 G03 I-10.75 J0	N1116 G03 I-1.15 J0 F399.6
N1039 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1078 I-10.75 J0	N1117 G01 X-55.95
N1040 G01 X-55.95	N1079 G01 X-59.5	N1118 G03 I-3.55 J0
N1041 G03 I-3.55 J0	N1080 G00 Z.5	N1119 G01 X-53.55
N1042 G01 X-53.55	N1081 Z25.	N1120 G03 I-5.95 J0
N1043 G03 I-5.95 J0	N1082 Y360.25	N1121 G01 X-51.15
N1044 G01 X-51.15	N1083 Z.5	N1122 G03 I-8.35 J0
N1045 G03 I-8.35 J0	N1084 G01 Z-5. F400.	N1123 G01 X-48.75
N1046 G01 X-48.75	N1085 X-58.35	N1124 G03 I-10.75 J0
N1047 G03 I-10.75 J0	N1086 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1125 I-10.75 J0
N1048 I-10.75 J0	N1087 G01 X-55.95	N1126 G01 X-59.5
N1049 G01 X-59.5	N1088 G03 I-3.55 J0	N1127 G00 Z.5
N1050 G00 Z.5	N1089 G01 X-53.55	N1128 Z-7.375
N1051 Z-9.813	N1090 G03 I-5.95 J0	N1129 G01 Z-12.312 F400.
N1052 G01 Z-14.75 F400.	N1091 G01 X-51.15	N1130 X-58.35
N1053 X-58.35	N1092 G03 I-8.35 J0	N1131 G03 I-1.15 J0 F399.6
N1054 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1093 G01 X-48.75	N1132 G01 X-55.95
N1055 G01 X-55.95	N1094 G03 I-10.75 J0	N1133 G03 I-3.55 J0
N1056 G03 I-3.55 J0	N1095 I-10.75 J0	N1134 G01 X-53.55
N1057 G01 X-53.55	N1096 G01 X-59.5	N1135 G03 I-5.95 J0
N1058 G03 I-5.95 J0	N1097 G00 Z.5	N1136 G01 X-51.15
N1059 G01 X-51.15	N1098 Z-2.5	N1137 G03 I-8.35 J0
N1060 G03 I-8.35 J0	N1099 G01 Z-7.437 F400.	N1138 G01 X-48.75
N1061 G01 X-48.75	N1100 X-58.35	N1139 G03 I-10.75 J0
N1062 G03 I-10.75 J0	N1101 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1140 I-10.75 J0
N1063 I-10.75 J0	N1102 G01 X-55.95	N1141 G01 X-59.5
N1064 G01 X-59.5	N1103 G03 I-3.55 J0	N1142 G00 Z.5
N1065 G00 Z.5	N1104 G01 X-53.55	N1143 Z-9.813
N1066 Z-12.25	N1105 G03 I-5.95 J0	N1144 G01 Z-14.75 F400.
N1067 G01 Z-15. F400.	N1106 G01 X-51.15	N1145 X-58.35
N1068 X-58.35	N1107 G03 I-8.35 J0	N1146 G03 I-1.15 J0 F399.6
N1069 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1108 G01 X-48.75	N1147 G01 X-55.95
N1070 G01 X-55.95	N1109 G03 I-10.75 J0	N1148 G03 I-3.55 J0
N1071 G03 I-3.55 J0	N1110 I-10.75 J0	N1149 G01 X-53.55
N1072 G01 X-53.55	N1111 G01 X-59.5	N1150 G03 I-5.95 J0
N1073 G03 I-5.95 J0	N1112 G00 Z.5	N1151 G01 X-51.15
N1074 G01 X-51.15	N1113 Z-4.937	N1152 G03 I-8.35 J0

N1153 G01 X-48.75	N1188 Z-2.	N1220 X-162.486 Y349.465 I-.033 J.599
N1154 G03 I-10.75 J0	N1189 G01 Z-7.5 F400.	N1221 G40 G01 X-160.404 Y351.788
N1155 I-10.75 J0	N1190 G41 D21 X-166.596 Y351.788	N1222 G00 Z1.
N1156 G01 X-59.5	N1191 X-164.514 Y349.465	N1223 X-163.5 Y360.25
N1157 G00 Z.5	N1192 G03 X-164.1 Y349.266 I.447 J.401	N1224 Z-9.5
N1158 Z-12.25	N1193 X-163.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6	N1225 G01 Z-15. F400.
N1159 G01 Z-15. F400.	N1194 I0 J11.	N1226 G41 D21 X-166.596 Y351.788
N1160 X-58.35	N1195 X-162.9 Y349.266 I0 J11.	N1227 X-164.514 Y349.465
N1161 G03 I-1.15 J0 F399.6	N1196 X-162.486 Y349.465 I-.033 J.599	N1228 G03 X-164.1 Y349.266 I.447 J.401
N1162 G01 X-55.95	N1197 G40 G01 X-160.404 Y351.788	N1229 X-163.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6
N1163 G03 I-3.55 J0	N1198 G00 Z1.	N1230 I0 J11.
N1164 G01 X-53.55	N1199 X-163.5 Y360.25	N1231 X-162.9 Y349.266 I0 J11.
N1165 G03 I-5.95 J0	N1200 Z-4.5	N1232 X-162.486 Y349.465 I-.033 J.599
N1166 G01 X-51.15	N1201 G01 Z-10. F400.	N1233 G40 G01 X-160.404 Y351.788
N1167 G03 I-8.35 J0	N1202 G41 D21 X-166.596 Y351.788	N1234 G00 Z1.
N1168 G01 X-48.75	N1203 X-164.514 Y349.465	N1235 Z25.
N1169 G03 I-10.75 J0	N1204 G03 X-164.1 Y349.266 I.447 J.401	N1236 X-163.5 Y256.25
N1170 I-10.75 J0	N1205 X-163.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6	N1237 Z1.
N1171 G01 X-59.5	N1206 I0 J11.	N1238 G01 Z-5. F400.
N1172 G00 Z.5	N1207 X-162.9 Y349.266 I0 J11.	N1239 G41 D21 X-166.596 Y247.788
N1173 Z25.	N1208 X-162.486 Y349.465 I-.033 J.599	N1240 X-164.514 Y245.465
N1174 (Fresa de contorno2)	N1209 G40 G01 X-160.404 Y351.788	N1241 G03 X-164.1 Y245.266 I.447 J.401
N1175 X-163.5	N1210 G00 Z1.	N1242 X-163.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6
N1176 Z1.	N1211 X-163.5 Y360.25	N1243 I0 J11.
N1177 G01 Z-5. F400.	N1212 Z-7.	N1244 X-162.9 Y245.266 I0 J11.
N1178 G41 D21 X-166.596 Y351.788	N1213 G01 Z-12.5 F400.	N1245 X-162.486 Y245.465 I-.033 J.599
N1179 X-164.514 Y349.465	N1214 G41 D21 X-166.596 Y351.788	N1246 G40 G01 X-160.404 Y247.788
N1180 G03 X-164.1 Y349.266 I.447 J.401	N1215 X-164.514 Y349.465	N1247 G00 Z1.
N1181 X-163.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6	N1216 G03 X-164.1 Y349.266 I.447 J.401	N1248 X-163.5 Y256.25
N1182 I0 J11.	N1217 X-163.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6	N1249 Z-2.
N1183 X-162.9 Y349.266 I0 J11.	N1218 I0 J11.	N1250 G01 Z-7.5 F400.
N1184 X-162.486 Y349.465 I-.033 J.599	N1219 X-162.9 Y349.266 I0 J11.	N1251 G41 D21 X-166.596 Y247.788
N1185 G40 G01 X-160.404 Y351.788		
N1186 G00 Z1.		
N1187 X-163.5 Y360.25		

N1252 X-164.514 Y245.465	N1283 G00 Z1.	N1315 X-163.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6
N1253 G03 X-164.1 Y245.266 I.447 J.401	N1284 X-163.5 Y256.25	N1316 I0 J11.
N1254 X-163.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1285 Z-9.5	N1317 X-162.9 Y143.766 I0 J11.
N1255 I0 J11.	N1286 G01 Z-15. F400.	N1318 X-162.486 Y143.965 I-.033 J.599
N1256 X-162.9 Y245.266 I0 J11.	N1287 G41 D21 X-166.596 Y247.788	N1319 G40 G01 X-160.404 Y146.288
N1257 X-162.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1288 X-164.514 Y245.465	N1320 G00 Z1.
N1258 G40 G01 X-160.404 Y247.788	N1289 G03 X-164.1 Y245.266 I.447 J.401	N1321 X-163.5 Y154.75
N1259 G00 Z1.	N1290 X-163.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1322 Z-4.5
N1260 X-163.5 Y256.25	N1291 I0 J11.	N1323 G01 Z-10. F400.
N1261 Z-4.5	N1292 X-162.9 Y245.266 I0 J11.	N1324 G41 D21 X-166.596 Y146.288
N1262 G01 Z-10. F400.	N1293 X-162.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1325 X-164.514 Y143.965
N1263 G41 D21 X-166.596 Y247.788	N1294 G40 G01 X-160.404 Y247.788	N1326 G03 X-164.1 Y143.766 I.447 J.401
N1264 X-164.514 Y245.465	N1295 G00 Z1.	N1327 X-163.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6
N1265 G03 X-164.1 Y245.266 I.447 J.401	N1296 Z25.	N1328 I0 J11.
N1266 X-163.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1297 X-163.5 Y154.75	N1329 X-162.9 Y143.766 I0 J11.
N1267 I0 J11.	N1298 Z1.	N1330 X-162.486 Y143.965 I-.033 J.599
N1268 X-162.9 Y245.266 I0 J11.	N1299 G01 Z-5. F400.	N1331 G40 G01 X-160.404 Y146.288
N1269 X-162.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1300 G41 D21 X-166.596 Y146.288	N1332 G00 Z1.
N1270 G40 G01 X-160.404 Y247.788	N1301 X-164.514 Y143.965	N1333 X-163.5 Y154.75
N1271 G00 Z1.	N1302 G03 X-164.1 Y143.766 I.447 J.401	N1334 Z-7.
N1272 X-163.5 Y256.25	N1303 X-163.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6	N1335 G01 Z-12.5 F400.
N1273 Z-7.	N1304 I0 J11.	N1336 G41 D21 X-166.596 Y146.288
N1274 G01 Z-12.5 F400.	N1305 X-162.9 Y143.766 I0 J11.	N1337 X-164.514 Y143.965
N1275 G41 D21 X-166.596 Y247.788	N1306 X-162.486 Y143.965 I-.033 J.599	N1338 G03 X-164.1 Y143.766 I.447 J.401
N1276 X-164.514 Y245.465	N1307 G40 G01 X-160.404 Y146.288	N1339 X-163.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6
N1277 G03 X-164.1 Y245.266 I.447 J.401	N1308 G00 Z1.	N1340 I0 J11.
N1278 X-163.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1309 X-163.5 Y154.75	N1341 X-162.9 Y143.766 I0 J11.
N1279 I0 J11.	N1310 Z-2.	N1342 X-162.486 Y143.965 I-.033 J.599
N1280 X-162.9 Y245.266 I0 J11.	N1311 G01 Z-7.5 F400.	N1343 G40 G01 X-160.404 Y146.288
N1281 X-162.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1312 G41 D21 X-166.596 Y146.288	N1344 G00 Z1.
N1282 G40 G01 X-160.404 Y247.788	N1313 X-164.514 Y143.965	N1345 X-163.5 Y154.75
	N1314 G03 X-164.1 Y143.766 I.447 J.401	N1346 Z-9.5

N1347 G01 Z-15. F400.	N1379 X-162.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1411 G03 X-164.1 Y39.766 I.447 J.401
N1348 G41 D21 X-166.596 Y146.288	N1380 G40 G01 X-160.404 Y42.288	N1412 X-163.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6
N1349 X-164.514 Y143.965	N1381 G00 Z1.	N1413 I0 J11.
N1350 G03 X-164.1 Y143.766 I.447 J.401	N1382 X-163.5 Y50.75	N1414 X-162.9 Y39.766 I0 J11.
N1351 X-163.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6	N1383 Z-4.5	N1415 X-162.486 Y39.965 I-.033 J.599
N1352 I0 J11.	N1384 G01 Z-10. F400.	N1416 G40 G01 X-160.404 Y42.288
N1353 X-162.9 Y143.766 I0 J11.	N1385 G41 D21 X-166.596 Y42.288	N1417 G00 Z1.
N1354 X-162.486 Y143.965 I-.033 J.599	N1386 X-164.514 Y39.965	N1418 Z25.
N1355 G40 G01 X-160.404 Y146.288	N1387 G03 X-164.1 Y39.766 I.447 J.401	N1419 X-59.5 Y50.75
N1356 G00 Z1.	N1388 X-163.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1420 Z1.
N1357 Z25.	N1389 I0 J11.	N1421 G01 Z-5. F400.
N1358 X-163.5 Y50.75	N1390 X-162.9 Y39.766 I0 J11.	N1422 G41 D21 X-62.596 Y42.288
N1359 Z1.	N1391 X-162.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1423 X-60.514 Y39.965
N1360 G01 Z-5. F400.	N1392 G40 G01 X-160.404 Y42.288	N1424 G03 X-60.1 Y39.766 I.447 J.401
N1361 G41 D21 X-166.596 Y42.288	N1393 G00 Z1.	N1425 X-59.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6
N1362 X-164.514 Y39.965	N1394 X-163.5 Y50.75	N1426 I0 J11.
N1363 G03 X-164.1 Y39.766 I.447 J.401	N1395 Z-7.	N1427 X-58.9 Y39.766 I0 J11.
N1364 X-163.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1396 G01 Z-12.5 F400.	N1428 X-58.486 Y39.965 I-.033 J.599
N1365 I0 J11.	N1397 G41 D21 X-166.596 Y42.288	N1429 G40 G01 X-56.404 Y42.288
N1366 X-162.9 Y39.766 I0 J11.	N1398 X-164.514 Y39.965	N1430 G00 Z1.
N1367 X-162.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1399 G03 X-164.1 Y39.766 I.447 J.401	N1431 X-59.5 Y50.75
N1368 G40 G01 X-160.404 Y42.288	N1400 X-163.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1432 Z-2.
N1369 G00 Z1.	N1401 I0 J11.	N1433 G01 Z-7.5 F400.
N1370 X-163.5 Y50.75	N1402 X-162.9 Y39.766 I0 J11.	N1434 G41 D21 X-62.596 Y42.288
N1371 Z-2.	N1403 X-162.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1435 X-60.514 Y39.965
N1372 G01 Z-7.5 F400.	N1404 G40 G01 X-160.404 Y42.288	N1436 G03 X-60.1 Y39.766 I.447 J.401
N1373 G41 D21 X-166.596 Y42.288	N1405 G00 Z1.	N1437 X-59.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6
N1374 X-164.514 Y39.965	N1406 X-163.5 Y50.75	N1438 I0 J11.
N1375 G03 X-164.1 Y39.766 I.447 J.401	N1407 Z-9.5	N1439 X-58.9 Y39.766 I0 J11.
N1376 X-163.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1408 G01 Z-15. F400.	N1440 X-58.486 Y39.965 I-.033 J.599
N1377 I0 J11.	N1409 G41 D21 X-166.596 Y42.288	N1441 G40 G01 X-56.404 Y42.288
N1378 X-162.9 Y39.766 I0 J11.	N1410 X-164.514 Y39.965	N1442 G00 Z1.
		N1443 X-59.5 Y50.75
		N1444 Z-4.5

N1445 G01 Z-10. F400.	N1479 Z25.	N1511 I0 J11.
N1446 G41 D21 X-62.596 Y42.288	N1480 X-59.5 Y154.75	N1512 X-58.9 Y143.766 I0 J11.
N1447 X-60.514 Y39.965	N1481 Z1.	N1513 X-58.486 Y143.965 I-.033 J.599
N1448 G03 X-60.1 Y39.766 I.447 J.401	N1482 G01 Z-5. F400.	N1514 G40 G01 X-56.404 Y146.288
N1449 X-59.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1483 G41 D21 X-62.596 Y146.288	N1515 G00 Z1.
N1450 I0 J11.	N1484 X-60.514 Y143.965	N1516 X-59.5 Y154.75
N1451 X-58.9 Y39.766 I0 J11.	N1485 G03 X-60.1 Y143.766 I.447 J.401	N1517 Z-7.
N1452 X-58.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1486 X-59.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6	N1518 G01 Z-12.5 F400.
N1453 G40 G01 X-56.404 Y42.288	N1487 I0 J11.	N1519 G41 D21 X-62.596 Y146.288
N1454 G00 Z1.	N1488 X-58.9 Y143.766 I0 J11.	N1520 X-60.514 Y143.965
N1455 X-59.5 Y50.75	N1489 X-58.486 Y143.965 I-.033 J.599	N1521 G03 X-60.1 Y143.766 I.447 J.401
N1456 Z-7.	N1490 G40 G01 X-56.404 Y146.288	N1522 X-59.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6
N1457 G01 Z-12.5 F400.	N1491 G00 Z1.	N1523 I0 J11.
N1458 G41 D21 X-62.596 Y42.288	N1492 X-59.5 Y154.75	N1524 X-58.9 Y143.766 I0 J11.
N1459 X-60.514 Y39.965	N1493 Z-2.	N1525 X-58.486 Y143.965 I-.033 J.599
N1460 G03 X-60.1 Y39.766 I.447 J.401	N1494 G01 Z-7.5 F400.	N1526 G40 G01 X-56.404 Y146.288
N1461 X-59.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1495 G41 D21 X-62.596 Y146.288	N1527 G00 Z1.
N1462 I0 J11.	N1496 X-60.514 Y143.965	N1528 X-59.5 Y154.75
N1463 X-58.9 Y39.766 I0 J11.	N1497 G03 X-60.1 Y143.766 I.447 J.401	N1529 Z-9.5
N1464 X-58.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1498 X-59.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6	N1530 G01 Z-15. F400.
N1465 G40 G01 X-56.404 Y42.288	N1499 I0 J11.	N1531 G41 D21 X-62.596 Y146.288
N1466 G00 Z1.	N1500 X-58.9 Y143.766 I0 J11.	N1532 X-60.514 Y143.965
N1467 X-59.5 Y50.75	N1501 X-58.486 Y143.965 I-.033 J.599	N1533 G03 X-60.1 Y143.766 I.447 J.401
N1468 Z-9.5	N1502 G40 G01 X-56.404 Y146.288	N1534 X-59.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6
N1469 G01 Z-15. F400.	N1503 G00 Z1.	N1535 I0 J11.
N1470 G41 D21 X-62.596 Y42.288	N1504 X-59.5 Y154.75	N1536 X-58.9 Y143.766 I0 J11.
N1471 X-60.514 Y39.965	N1505 Z-4.5	N1537 X-58.486 Y143.965 I-.033 J.599
N1472 G03 X-60.1 Y39.766 I.447 J.401	N1506 G01 Z-10. F400.	N1538 G40 G01 X-56.404 Y146.288
N1473 X-59.5 Y39.75 I.6 J10.984 F399.6	N1507 G41 D21 X-62.596 Y146.288	N1539 G00 Z1.
N1474 I0 J11.	N1508 X-60.514 Y143.965	N1540 Z25.
N1475 X-58.9 Y39.766 I0 J11.	N1509 G03 X-60.1 Y143.766 I.447 J.401	N1541 X-59.5 Y256.25
N1476 X-58.486 Y39.965 I-.033 J.599	N1510 X-59.5 Y143.75 I.6 J10.984 F399.6	N1542 Z1.
N1477 G40 G01 X-56.404 Y42.288		
N1478 G00 Z1.		

N1543 G01 Z-5. F400.	N1574 X-58.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1606 X-60.514 Y349.465
N1544 G41 D21 X-62.596 Y247.788	N1575 G40 G01 X-56.404 Y247.788	N1607 G03 X-60.1 Y349.266 I.447 J.401
N1545 X-60.514 Y245.465	N1576 G00 Z1.	N1608 X-59.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6
N1546 G03 X-60.1 Y245.266 I.447 J.401	N1577 X-59.5 Y256.25	N1609 I0 J11.
N1547 X-59.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1578 Z-7.	N1610 X-58.9 Y349.266 I0 J11.
N1548 I0 J11.	N1579 G01 Z-12.5 F400.	N1611 X-58.486 Y349.465 I-.033 J.599
N1549 X-58.9 Y245.266 I0 J11.	N1580 G41 D21 X-62.596 Y247.788	N1612 G40 G01 X-56.404 Y351.788
N1550 X-58.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1581 X-60.514 Y245.465	N1613 G00 Z1.
N1551 G40 G01 X-56.404 Y247.788	N1582 G03 X-60.1 Y245.266 I.447 J.401	N1614 X-59.5 Y360.25
N1552 G00 Z1.	N1583 X-59.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1615 Z-2.
N1553 X-59.5 Y256.25	N1584 I0 J11.	N1616 G01 Z-7.5 F400.
N1554 Z-2.	N1585 X-58.9 Y245.266 I0 J11.	N1617 G41 D21 X-62.596 Y351.788
N1555 G01 Z-7.5 F400.	N1586 X-58.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1618 X-60.514 Y349.465
N1556 G41 D21 X-62.596 Y247.788	N1587 G40 G01 X-56.404 Y247.788	N1619 G03 X-60.1 Y349.266 I.447 J.401
N1557 X-60.514 Y245.465	N1588 G00 Z1.	N1620 X-59.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6
N1558 G03 X-60.1 Y245.266 I.447 J.401	N1589 X-59.5 Y256.25	N1621 I0 J11.
N1559 X-59.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1590 Z-9.5	N1622 X-58.9 Y349.266 I0 J11.
N1560 I0 J11.	N1591 G01 Z-15. F400.	N1623 X-58.486 Y349.465 I-.033 J.599
N1561 X-58.9 Y245.266 I0 J11.	N1592 G41 D21 X-62.596 Y247.788	N1624 G40 G01 X-56.404 Y351.788
N1562 X-58.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1593 X-60.514 Y245.465	N1625 G00 Z1.
N1563 G40 G01 X-56.404 Y247.788	N1594 G03 X-60.1 Y245.266 I.447 J.401	N1626 X-59.5 Y360.25
N1564 G00 Z1.	N1595 X-59.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1627 Z-4.5
N1565 X-59.5 Y256.25	N1596 I0 J11.	N1628 G01 Z-10. F400.
N1566 Z-4.5	N1597 X-58.9 Y245.266 I0 J11.	N1629 G41 D21 X-62.596 Y351.788
N1567 G01 Z-10. F400.	N1598 X-58.486 Y245.465 I-.033 J.599	N1630 X-60.514 Y349.465
N1568 G41 D21 X-62.596 Y247.788	N1599 G40 G01 X-56.404 Y247.788	N1631 G03 X-60.1 Y349.266 I.447 J.401
N1569 X-60.514 Y245.465	N1600 G00 Z1.	N1632 X-59.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6
N1570 G03 X-60.1 Y245.266 I.447 J.401	N1601 Z25.	N1633 I0 J11.
N1571 X-59.5 Y245.25 I.6 J10.984 F399.6	N1602 X-59.5 Y360.25	N1634 X-58.9 Y349.266 I0 J11.
N1572 I0 J11.	N1603 Z1.	N1635 X-58.486 Y349.465 I-.033 J.599
N1573 X-58.9 Y245.266 I0 J11.	N1604 G01 Z-5. F400.	N1636 G40 G01 X-56.404 Y351.788
	N1605 G41 D21 X-62.596 Y351.788	

N1637 G00 Z1.	N1670 G03 I-4.55 J0	N1709 G00 Z.5
N1638 X-59.5 Y360.25	N1671 G01 X-104.55	N1710 Z-7.375
N1639 Z-7.	N1672 G03 I-6.95 J0	N1711 G01 Z-12.312 F400.
N1640 G01 Z-12.5 F400.	N1673 G01 X-102.15	N1712 X-109.35
N1641 G41 D21 X-62.596 Y351.788	N1674 G03 I-9.35 J0	N1713 G03 I-2.15 J0 F399.6
N1642 X-60.514 Y349.465	N1675 G01 X-99.75	N1714 G01 X-106.95
N1643 G03 X-60.1 Y349.266 I.447 J.401	N1676 G03 I-11.75 J0	N1715 G03 I-4.55 J0
N1644 X-59.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6	N1677 I-11.75 J0	N1716 G01 X-104.55
N1645 I0 J11.	N1678 G01 X-111.5	N1717 G03 I-6.95 J0
N1646 X-58.9 Y349.266 I0 J11.	N1679 G00 Z.5	N1718 G01 X-102.15
N1647 X-58.486 Y349.465 I-.033 J.599	N1680 Z-2.5	N1719 G03 I-9.35 J0
N1648 G40 G01 X-56.404 Y351.788	N1681 G01 Z-7.437 F400.	N1720 G01 X-99.75
N1649 G00 Z1.	N1682 X-109.35	N1721 G03 I-11.75 J0
N1650 X-59.5 Y360.25	N1683 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1722 I-11.75 J0
N1651 Z-9.5	N1684 G01 X-106.95	N1723 G01 X-111.5
N1652 G01 Z-15. F400.	N1685 G03 I-4.55 J0	N1724 G00 Z.5
N1653 G41 D21 X-62.596 Y351.788	N1686 G01 X-104.55	N1725 Z-9.813
N1654 X-60.514 Y349.465	N1687 G03 I-6.95 J0	N1726 G01 Z-14.75 F400.
N1655 G03 X-60.1 Y349.266 I.447 J.401	N1688 G01 X-102.15	N1727 X-109.35
N1656 X-59.5 Y349.25 I.6 J10.984 F399.6	N1689 G03 I-9.35 J0	N1728 G03 I-2.15 J0 F399.6
N1657 I0 J11.	N1690 G01 X-99.75	N1729 G01 X-106.95
N1658 X-58.9 Y349.266 I0 J11.	N1691 G03 I-11.75 J0	N1730 G03 I-4.55 J0
N1659 X-58.486 Y349.465 I-.033 J.599	N1692 I-11.75 J0	N1731 G01 X-104.55
N1660 G40 G01 X-56.404 Y351.788	N1693 G01 X-111.5	N1732 G03 I-6.95 J0
N1661 G00 Z1.	N1694 G00 Z.5	N1733 G01 X-102.15
N1662 Z25.	N1695 Z-4.937	N1734 G03 I-9.35 J0
N1663 (Fresa de desbaste4)	N1696 G01 Z-9.875 F400.	N1735 G01 X-99.75
N1664 X-111.5 Y308.25	N1697 X-109.35	N1736 G03 I-11.75 J0
N1665 Z.5	N1698 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1737 I-11.75 J0
N1666 G01 Z-5. F400.	N1699 G01 X-106.95	N1738 G01 X-111.5
N1667 X-109.35	N1700 G03 I-4.55 J0	N1739 G00 Z.5
N1668 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1701 G01 X-104.55	N1740 Z-12.25
N1669 G01 X-106.95	N1702 G03 I-6.95 J0	N1741 G01 Z-15. F400.
	N1703 G01 X-102.15	N1742 X-109.35
	N1704 G03 I-9.35 J0	N1743 G03 I-2.15 J0 F399.6
	N1705 G01 X-99.75	N1744 G01 X-106.95
	N1706 G03 I-11.75 J0	N1745 G03 I-4.55 J0
	N1707 I-11.75 J0	N1746 G01 X-104.55
	N1708 G01 X-111.5	N1747 G03 I-6.95 J0

N1748 G01 X-102.15	N1787 Z-4.937	N1826 G03 I-9.35 J0
N1749 G03 I-9.35 J0	N1788 G01 Z-9.875 F400.	N1827 G01 X-99.75
N1750 G01 X-99.75	N1789 X-109.35	N1828 G03 I-11.75 J0
N1751 G03 I-11.75 J0	N1790 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1829 I-11.75 J0
N1752 I-11.75 J0	N1791 G01 X-106.95	N1830 G01 X-111.5
N1753 G01 X-111.5	N1792 G03 I-4.55 J0	N1831 G00 Z.5
N1754 G00 Z.5	N1793 G01 X-104.55	N1832 Z-12.25
N1755 Z25.	N1794 G03 I-6.95 J0	N1833 G01 Z-15. F400.
N1756 Y102.75	N1795 G01 X-102.15	N1834 X-109.35
N1757 Z.5	N1796 G03 I-9.35 J0	N1835 G03 I-2.15 J0 F399.6
N1758 G01 Z-5. F400.	N1797 G01 X-99.75	N1836 G01 X-106.95
N1759 X-109.35	N1798 G03 I-11.75 J0	N1837 G03 I-4.55 J0
N1760 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1799 I-11.75 J0	N1838 G01 X-104.55
N1761 G01 X-106.95	N1800 G01 X-111.5	N1839 G03 I-6.95 J0
N1762 G03 I-4.55 J0	N1801 G00 Z.5	N1840 G01 X-102.15
N1763 G01 X-104.55	N1802 Z-7.375	N1841 G03 I-9.35 J0
N1764 G03 I-6.95 J0	N1803 G01 Z-12.312 F400.	N1842 G01 X-99.75
N1765 G01 X-102.15	N1804 X-109.35	N1843 G03 I-11.75 J0
N1766 G03 I-9.35 J0	N1805 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1844 I-11.75 J0
N1767 G01 X-99.75	N1806 G01 X-106.95	N1845 G01 X-111.5
N1768 G03 I-11.75 J0	N1807 G03 I-4.55 J0	N1846 G00 Z.5
N1769 I-11.75 J0	N1808 G01 X-104.55	N1847 Z25.
N1770 G01 X-111.5	N1809 G03 I-6.95 J0	
N1771 G00 Z.5	N1810 G01 X-102.15	N1848 (Fresa de contorno3)
N1772 Z-2.5	N1811 G03 I-9.35 J0	N1849 Y308.25
N1773 G01 Z-7.437 F400.	N1812 G01 X-99.75	N1850 Z1.
N1774 X-109.35	N1813 G03 I-11.75 J0	N1851 G01 Z-5. F400.
N1775 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1814 I-11.75 J0	N1852 G41 D21 X-114.608 Y298.775
N1776 G01 X-106.95	N1815 G01 X-111.5	N1853 X-112.515 Y296.462
N1777 G03 I-4.55 J0	N1816 G00 Z.5	N1854 G03 X-112.1 Y296.265 I.445 J.403
N1778 G01 X-104.55	N1817 Z-9.813	N1855 X-111.5 Y296.25 I.6 J11.985 F399.6
N1779 G03 I-6.95 J0	N1818 G01 Z-14.75 F400.	N1856 I0 J12.
N1780 G01 X-102.15	N1819 X-109.35	N1857 X-110.9 Y296.265 I0 J12.
N1781 G03 I-9.35 J0	N1820 G03 I-2.15 J0 F399.6	N1858 X-110.485 Y296.462 I-.03 J.599
N1782 G01 X-99.75	N1821 G01 X-106.95	N1859 G40 G01 X-108.392 Y298.775
N1783 G03 I-11.75 J0	N1822 G03 I-4.55 J0	N1860 G00 Z1.
N1784 I-11.75 J0	N1823 G01 X-104.55	
N1785 G01 X-111.5	N1824 G03 I-6.95 J0	
N1786 G00 Z.5	N1825 G01 X-102.15	

N1861 X-111.5 Y308.25	N1893 X-110.9 Y296.265 I0 J12.	N1925 G41 D21 X-114.608 Y93.275
N1862 Z-2.	N1894 X-110.485 Y296.462 I-.03 J.599	N1926 X-112.515 Y90.962
N1863 G01 Z-7.5 F400.	N1895 G40 G01 X-108.392 Y298.775	N1927 G03 X-112.1 Y90.765 I.445 J.403
N1864 G41 D21 X-114.608 Y298.775	N1896 G00 Z1.	N1928 X-111.5 Y90.75 I.6 J11.985 F399.6
N1865 X-112.515 Y296.462	N1897 X-111.5 Y308.25	N1929 I0 J12.
N1866 G03 X-112.1 Y296.265 I.445 J.403	N1898 Z-9.5	N1930 X-110.9 Y90.765 I0 J12.
N1867 X-111.5 Y296.25 I.6 J11.985 F399.6	N1899 G01 Z-15. F400.	N1931 X-110.485 Y90.962 I-.03 J.599
N1868 I0 J12.	N1900 G41 D21 X-114.608 Y298.775	N1932 G40 G01 X-108.392 Y93.275
N1869 X-110.9 Y296.265 I0 J12.	N1901 X-112.515 Y296.462	N1933 G00 Z1.
N1870 X-110.485 Y296.462 I-.03 J.599	N1902 G03 X-112.1 Y296.265 I.445 J.403	N1934 X-111.5 Y102.75
N1871 G40 G01 X-108.392 Y298.775	N1903 X-111.5 Y296.25 I.6 J11.985 F399.6	N1935 Z-4.5
N1872 G00 Z1.	N1904 I0 J12.	N1936 G01 Z-10. F400.
N1873 X-111.5 Y308.25	N1905 X-110.9 Y296.265 I0 J12.	N1937 G41 D21 X-114.608 Y93.275
N1874 Z-4.5	N1906 X-110.485 Y296.462 I-.03 J.599	N1938 X-112.515 Y90.962
N1875 G01 Z-10. F400.	N1907 G40 G01 X-108.392 Y298.775	N1939 G03 X-112.1 Y90.765 I.445 J.403
N1876 G41 D21 X-114.608 Y298.775	N1908 G00 Z1.	N1940 X-111.5 Y90.75 I.6 J11.985 F399.6
N1877 X-112.515 Y296.462	N1909 Z25.	N1941 I0 J12.
N1878 G03 X-112.1 Y296.265 I.445 J.403	N1910 X-111.5 Y102.75	N1942 X-110.9 Y90.765 I0 J12.
N1879 X-111.5 Y296.25 I.6 J11.985 F399.6	N1911 Z1.	N1943 X-110.485 Y90.962 I-.03 J.599
N1880 I0 J12.	N1912 G01 Z-5. F400.	N1944 G40 G01 X-108.392 Y93.275
N1881 X-110.9 Y296.265 I0 J12.	N1913 G41 D21 X-114.608 Y93.275	N1945 G00 Z1.
N1882 X-110.485 Y296.462 I-.03 J.599	N1914 X-112.515 Y90.962	N1946 X-111.5 Y102.75
N1883 G40 G01 X-108.392 Y298.775	N1915 G03 X-112.1 Y90.765 I.445 J.403	N1947 Z-7.
N1884 G00 Z1.	N1916 X-111.5 Y90.75 I.6 J11.985 F399.6	N1948 G01 Z-12.5 F400.
N1885 X-111.5 Y308.25	N1917 I0 J12.	N1949 G41 D21 X-114.608 Y93.275
N1886 Z-7.	N1918 X-110.9 Y90.765 I0 J12.	N1950 X-112.515 Y90.962
N1887 G01 Z-12.5 F400.	N1919 X-110.485 Y90.962 I-.03 J.599	N1951 G03 X-112.1 Y90.765 I.445 J.403
N1888 G41 D21 X-114.608 Y298.775	N1920 G40 G01 X-108.392 Y93.275	N1952 X-111.5 Y90.75 I.6 J11.985 F399.6
N1889 X-112.515 Y296.462	N1921 G00 Z1.	N1953 I0 J12.
N1890 G03 X-112.1 Y296.265 I.445 J.403	N1922 X-111.5 Y102.75	N1954 X-110.9 Y90.765 I0 J12.
N1891 X-111.5 Y296.25 I.6 J11.985 F399.6	N1923 Z-2.	N1955 X-110.485 Y90.962 I-.03 J.599
N1892 I0 J12.	N1924 G01 Z-7.5 F400.	

N1956 G40 G01 X-108.392
Y93.275

N1957 G00 Z1.

N1958 X-111.5 Y102.75

N1959 Z-9.5

N1960 G01 Z-15. F400.

N1961 G41 D21 X-114.608
Y93.275

N1972 G28 X0 Y0

N1973 M30

N1962 X-112.515 Y90.962

N1963 G03 X-112.1 Y90.765 I.445
J.403

N1964 X-111.5 Y90.75 I.6 J11.985
F399.6

N1965 I0 J12.

N1966 X-110.9 Y90.765 I0 J12.

N1967 X-110.485 Y90.962 I-.03
J.599

N1968 G40 G01 X-108.392
Y93.275

N1969 G00 Z1.

N1970 Z25. M09

N1971 G91 G28 Z0