

SIMULADOR GRÁFICO PARA A VISUALIZAÇÃO DE PERCURSO DE FERRAMENTA NA PROGRAMAÇÃO CNC EM OPERAÇÕES DE TORNEAMENTO

Daniel Borges dos Santos – daniel_borgesdossantos@hotmail.com
Universidade regional integrada do alto Uruguai e das Missões
Santo Ângelo - RS

André Amaral Bassani – bassaniandre@yahoo.com.br

Flávio Kieckow – fkieckow@san.uri.br

Resumo: A programação através do Controle Numérico Computadorizado (CNC) é uma tarefa extenuante que requer muita concentração do programador por que pode requerer centenas de comandos para a fabricação de uma peça. Ensinar esse conteúdo torna-se difícil numa disciplina como Tecnologia de Controle Numérico (TCN) dos cursos de graduação em engenharia mecânica. Este trabalho tem por objetivo apresentar um produto de ensino que consiste no desenvolvimento de um software de simulação gráfica que gera o perfil da peça mecânica a ser usinada por torneamento e permite ao programador o teste gráfico e depuração da programação CNC, a partir do desenho técnico mecânico da peça. Este simulador foi utilizado como apoio didático para facilitar o aprendizado da programação CNC na disciplina de TCN. Os resultados mostraram que a aplicação proporcionou mais rapidez ao processo de aprendizado, um ensino mais interativo e ganho de desempenho.

Palavras-chave: Usinagem. Produto Educacional. Ensino.

1 INTRODUÇÃO

A programação através do Controle Numérico Computadorizado (CNC) é uma prática industrial para operacionalizar e padronizar processos de manufatura de peças e componentes mecânicos. O processo pode requerer programas com centenas de comandos e diversos parâmetros, dependendo da complexidade da peça. Ensinar a programar e aprender é uma prática difícil, pois os programas CNC exigem grande habilidade em sua criação para entender os movimentos executados por meio da máquina, utilizando uma nomenclatura escrita por códigos. O ensino é exaustivamente prático e repetitivo, e a sua evolução numa disciplina de Tecnologia de Controle Numérico (TCN) ou num curso técnico é quase nula.

O CNC é a tecnologia que permite o controle de máquinas-ferramentas a partir de programas por interfaces computadorizadas (POLASTRINI, 2016). Com o advento dos microprocessadores e periféricos, foi possível executar problemas lógicos, aritméticos e com controle de movimento.

Os programas CNC são utilizados em máquinas-ferramentas de usinagem para a concepção de peça, como por exemplo em tornos CNC, utilizados na fabricação de peças cilíndricas, onde suas dimensões se tornam essenciais para o controle de qualidade, repetibilidade dimensional e exigências solicitadas pelo mercado consumidor.

Na produção seriada a programação CNC é indispensável, porém, o grande número de comandos pode se tornar um fator de erros, pois dependendo da complexidade da peça o programa ganha cada vez mais elementos ou aspectos distintos, podendo existir centenas ou até milhares de linhas de comandos, que se programado errado pode causar movimentos indesejados, peças com não conformidade geométrica e colisões na máquina-ferramenta acarretando grandes prejuízos no equipamento, no ferramental e na produção.

Esta habilidade exigida do programador é algo difícil de se conseguir em pouco tempo, além de ser difícil de desenvolver-la na forma convencional de ensino. A evolução da informática trouxe diferentes maneiras de aplicação do conteúdo, podendo o professor em sala de aula intensificar o aprendizado do estudante de forma mais eficaz. A utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino é cada vez mais necessária, pois pode tornar a aula mais dinâmica, ativa e eficaz quanto a aprendizagem.

Segundo Lobo e Maia (2015), a tecnologia permite que a maioria da população tenha acesso a conteúdo informativo, o que traz mudanças na área do conhecimento, principalmente no campo acadêmico, onde é discutido e construído o conhecimento. Assim, as TIC'S (Tecnologia da Informação e Comunicação) têm reformulado a didática de ensino, pois observa-se que na medida que cresce a aplicação de TIC'S no meio acadêmico, melhora a aprendizagem.

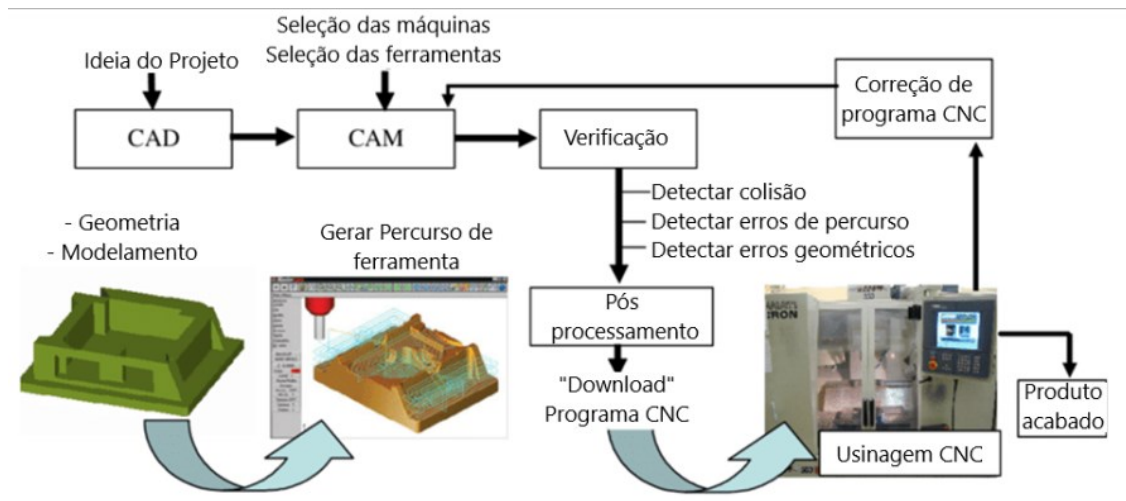
Este trabalho procura encontrar uma alternativa para o ensino de programação na disciplina de TCN desenvolvendo um aplicativo tecnológico com objetivo de mostrar o percurso da ferramenta e os comandos dados pela programação CNC em uma operação de torneamento com diferentes geometrias e dimensões. Na sua aplicação espera-se facilitar o ensino e a aprendizagem deste conteúdo, considerando o uso do simulador gráfico simultaneamente à programação.

2 BASE TEÓRICA E METODOLOGIA

Com o uso do sistema CAD/CAM (Desenho Auxiliado por Computador/ Fabricação Assistida por Computador), é possível simular em três dimensões o movimento de uma peça através de um processo de produção. Esse processo pode simular taxas de avanço, ângulos e

velocidades de máquinas-ferramenta, a posição de grampos de retenção de peças, bem como limites e outras restrições que limitam as operações de uma máquina. O desenvolvimento contínuo da simulação de vários processos de fabricação é um dos principais meios pelos quais os sistemas CAD e CAM estão se tornando cada vez mais integrados – CIM (Figura 1)

Figura 1 – Fluxo sistema integrado CAD/CAM/Máquina (CIM).



Fonte: WorKnC (2019).

O fluxo do sistema da Figura 1 mostra que a partir da geometria é gerado o percurso da ferramenta por meio de uma Programação CNC (código G), que precisa ser transferida para a máquina ferramenta (USB, Carta, Rede, etc.) para realização de testes do programa com a máquina em funcionamento em ambiente de *try-out (teste)*, sem ter a visualização gráfica do mesmo antes destes testes, para a detecção de possíveis erros e evitar colisões. Esse processo de verificação envolve um tempo de máquina que é relativamente caro.

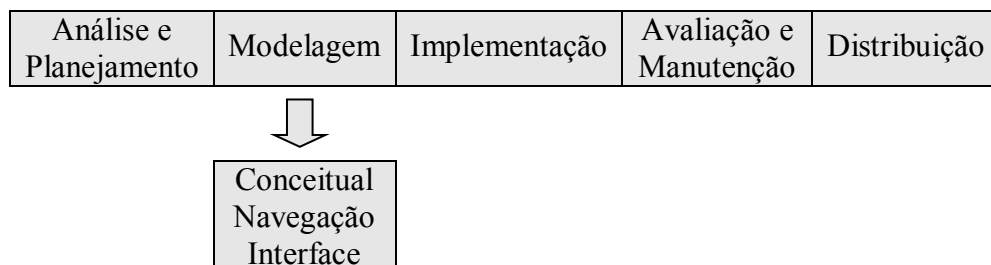
A proposta de desenvolvimento de um simulador gráfico simples, versátil e que possa ser usado no processo de ensino do estudante de programação CNC irá facilitar o aprendizado do aprendiz, possibilitar um ganho de tempo e diminuir o custo de máquina para testagem e depuração.

O aplicativo de simulação gráfica de programação CNC aqui apresentado é para operações de torneamento em processos de usinagem, com a intenção de gerar um gráfico que mostre o percurso da ferramenta na usinagem. O estudo da programação CNC baseou-se no uso da linguagem ISO.

Para o desenvolvimento do software utilizou-se a metodologia “RUP” (*Rational Unified Process*), muito usada para aplicativos ou outros softwares. Como trata-se de um software educativo, adotou-se também a metodologia para concepção de softwares educativos

de Falkembach (2005), conforme mostra o diagrama de blocos da Figura 2. Para o gerenciamento do projeto, seguiu-se as práticas do PMI (*Project Management Institute*).

Figura 2 - Metodologia para concepção de softwares educativos.



Fonte: Falkembach (2005).

Algumas perguntas norteadoras foram elaboradas para o direcionamento do projeto, como:

Qual o objetivo do software?

Qual o conteúdo a ser apresentado?

Qual o público-alvo? Quem irá usá-lo?

Como será apresentado? Quais estratégias usadas para operá-lo?

Qual o orçamento para o desenvolvimento?

Que recursos serão necessários para o desenvolvimento? Software e Hardware.

Onde será usado?

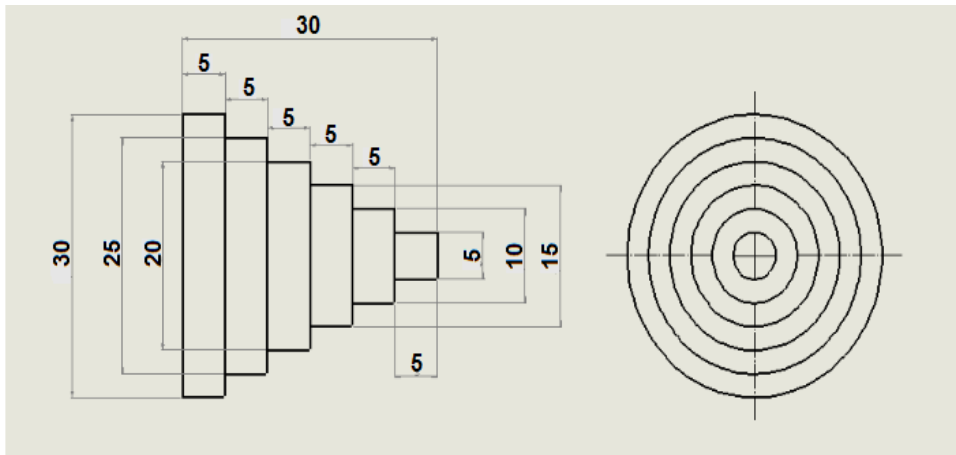
Que resultados são esperados?

Como o usuário vai acessar a informação?

O software de simulação foi projetado com a intenção de poder programar e visualizar o percurso da ferramenta. Para a criação do aplicativo houve a necessidade de um profissional capacitado na área de TI. O simulador foi desenvolvido para trabalhar na plataforma Windows.

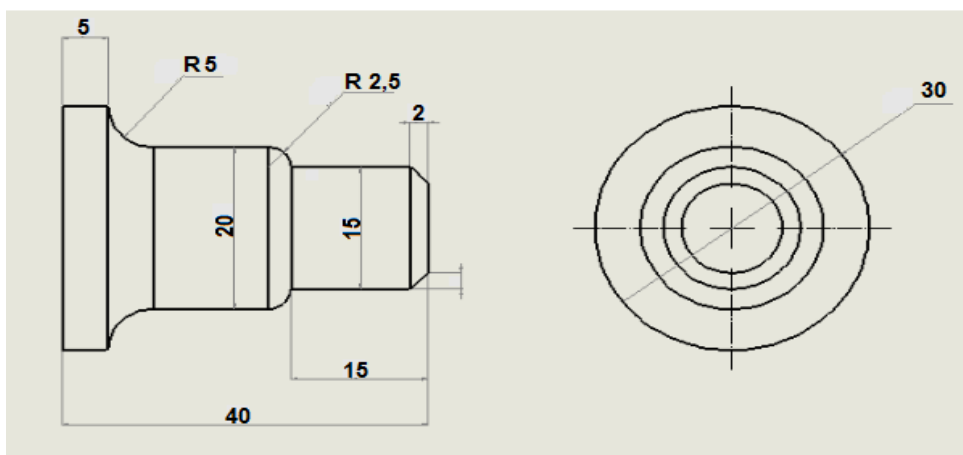
Para a validação utilizou-se um programa de simulação comercial chamado CNCSimulatorPRO Versão 3.2.1 e o desenvolvido para fins acadêmicos, tendo a função de simular diferentes geometrias aplicando comandos para determinados percursos de cada peça no processo de torneamento (SILVA, 2007). As geometrias para validação da ferramenta foram duas e estão apresentadas nas figuras 3 e 4.

Figura 3 – Peça 1 utilizada para a validação do simulador.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4 - Peça 2 utilizada para a validação do simulador desenvolvido.



Fonte: Elaborado pelo autor

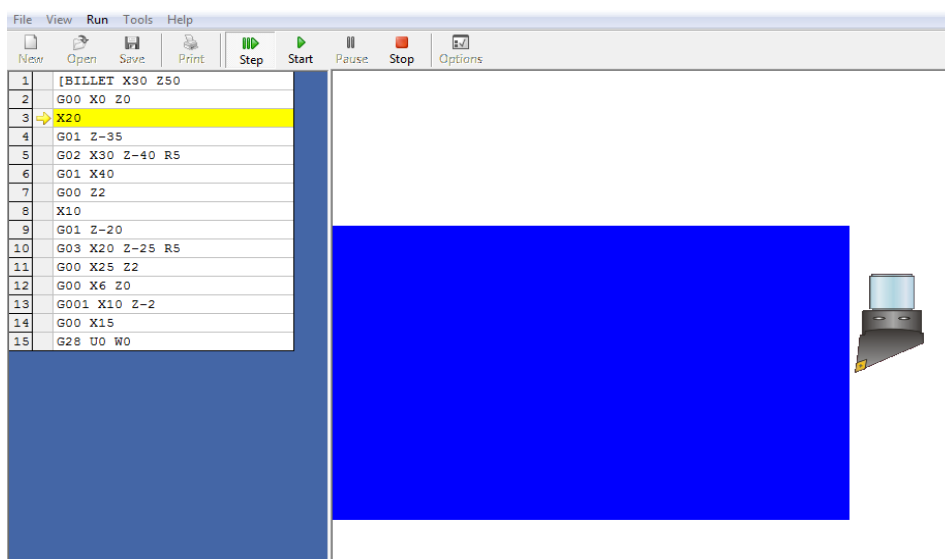
Depois de escrito manualmente e simulado no programa comercial, o programa foi testado no software de simulação desenvolvido, afim de comparar os percursos da ferramenta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Desenvolvimento do simulador

O aplicativo foi desenvolvido da maneira mais simples possível para que o aluno possa, em um primeiro contato com a ferramenta, programar e simular sem dificuldades, necessitando apenas uma pequena explicação para entender a funcionalidade de cada comando como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Interface inicial do programa criado.



Fonte: Elaborado pelo autor

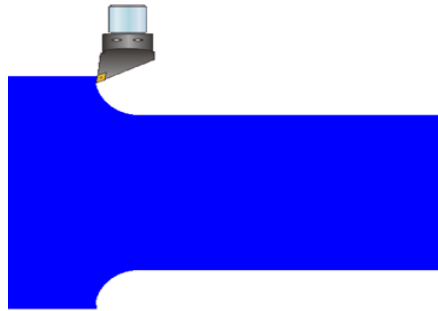
3.2 Manuseio do software

Para ter acesso ao software, o programador deverá instalar o programa e abrir o aplicativo com um duplo clique no ícone criado na área de trabalho do computador, após clicar em “View” na tela de entrada e selecionar a opção “Text Editor”, para o programador é apresentada a tela de edição de programas.

Módulo de Edição: a finalidade desta interface é proporcionar ao programador um ambiente computacional onde ele possa elaborar um programa CNC usando controles de entrada de dados. Através destas caixas de texto, as informações que irão formar um programa são coletadas e armazenadas para posteriormente compor uma série de eventos que irão ser simulados pelo aplicativo dando o percurso completo do processo de usinagem da peça, ou seja, gerarão a listagem (ou programa) CNC. As peças programadas no aplicativo não devem ultrapassar as dimensões de 60mm de diâmetro e 100mm no seu comprimento que são as dimensões máximas para a visualização da simulação.

Módulo de simulação: após o término do processo de programação, o programador poderá simular a trajetória da ferramenta através de uma sequência combinada de movimentos que irão montar o perfil da peça usinada. A finalidade desta simulação é a visualização gráfica de possíveis erros de programação. Caso o programador detecte algum erro, ele poderá voltar ao módulo de edição e alterar o programa. Nesta simulação será visualizada a trajetória da ferramenta como está representada na figura 6 através das vistas pelos planos X e Z do plano cartesiano para que se tenha um bom entendimento de como irá funcionar.

Figura 6 - Simulação do programa com movimentação da ferramenta.



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Validação do simulador

Para a validação do software primeiramente simulou-se no aplicativo comercial “CNCsimuladorPro” programando a peça 1. Sua programação é mostrada no quadro 1.

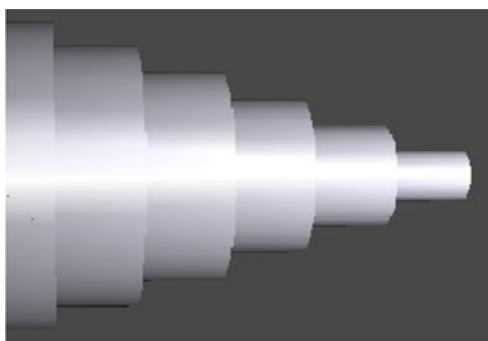
Quadro 1 - Programa da peça N°1.

1	[BILLET X30 Z50
2	G00 X0 Z0
3	G00 Z2
4	G00 X5 Z0
5	G01 Z-5
6	G01 X10
7	G01 Z-10
8	G01 X15
9	G01 Z-15
10	G01 X20
11	G01 Z-20
12	G01 X25
13	G01 Z-25
14	G01 X30
15	G01 Z-30
16	G01 Z-12
17	G28 U0 W0

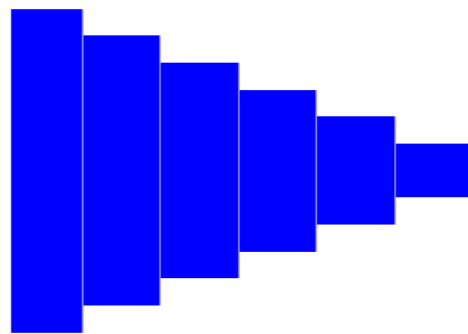
Fonte: Elaborado pelo autor

Escrito o programa do Quadro 1 no aplicativo “CNCsimuladorPro” ativou-se a opção de simulador gerando a geometria da figura 7a. Em seguida, o mesmo programa foi escrito no simulador gráfico desenvolvido, gerando o perfil da figura 7b.

Figura 7 - Simulação para peça 1.



a) “CNCsimuladorPro”



b) Simulador desenvolvido

Fonte: Elaborado pelo autor

Posteriormente, programou-se a peça 2, representado no Quadro 2.

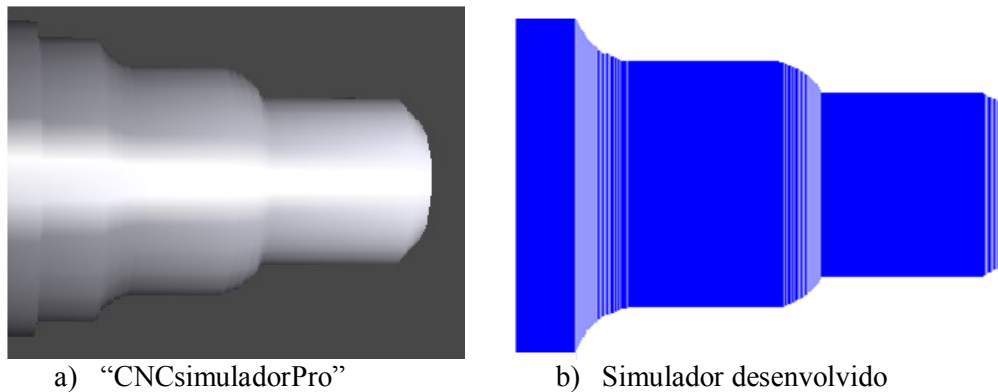
Quadro 2 - Programa da peça 2.

1	[BILLET X30 Z50
2	G00 X0 Z0
3	G00 X20
4	G01 Z-30
5	G02 X30 Z-35 R5
6	G01 X40
7	G00 Z2
8	G00 X15
9	G01 Z-15
10	G03 X20 Z-20 R2.5
11	G00 X25 Z2
12	G00 X13 Z0
13	G001 X15 Z-2
14	G28 U0 W0

Fonte: Elaborado pelo autor

Depois, simulou-se primeiramente no aplicativo “CNCsimuladorPro” e depois no simulador desenvolvido, gerando os perfis da figura 8a e 8b, respectivamente.

Figura 8 – Simulação da peça 2.



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a comparação dos dois programas, foram obtidos resultados satisfatórios pois, ambos resultaram em geometrias semelhantes, com a diferença que no software “CNCsimuladorPro” a representação gráfica é 3D e no simulador desenvolvido a visualização é em 2D.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As geometrias geradas pelo aplicativo desenvolvido, comparado ao software comercial, permite a validação da ferramenta, considerando as semelhanças gráficas. Assim o objetivo deste artigo foi alcançado, pois o software desenvolvido possibilita simular peças de

usinagem em operações de torneamento, tendo resultados visíveis da programação CNC. Desta forma, esse aplicativo pode facilitar a programação e a compreensão do programador do processo de criação de uma programação para usinagem em máquinas-ferramentas CNC. Pelo que indicam os testes, o processo se torna mais fácil e rápido com o simulador. O produto educacional apresenta potencial para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem da programação CNC em ambientes universitários ou técnicos.

Além dessas considerações, é propósito dos autores disponibilizar o software em plataformas de livre acesso para quaisquer usuários o utilizarem.

Como sugestões para trabalhos acadêmicos futuros relacionados a programação CNC, fica a possibilidade de melhoramentos da interface deste software, a criação de uma extensão do programa para operação em centro de usinagem como o fresamento e a furação, bem como no processo de torneamento de perfil interno e rosca, pois devido ao tempo e recursos (programador e software) não foi possível implementar a troca de ferramenta no aplicativo criado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOBO, A. S. M.; MAIA, L. C. G. O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. **Caderno de Geografia**, v.25, n.44. 2015. Disponível em: <http://www.luizmaia.com.br/docs/cad_geografia_tecnologia_ensino.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2019

FALKEMBACH, G.A.M. Concepção e desenvolvimento de material educativo digital. **Novas Tecnologias na Educação**. V. 3 N° 1, Maio, 2005.

POLASTRINI, F.H. **Desenvolvimento de uma máquina CNC de baixo custo com software e hardware abertos**. Formiga, 2016, 76p. Monografia de Engenharia Elétrica. Instituto Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2017/PublicacoesTCCsBiblioteca/EE/TCC_FINAL_FERNANDOPOLASTRINI_2016_EE-.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2019.

SILVA, S. D. **CNC – Programação de comandos numéricos computadorizados: Torneamento**. 6ª ed. São Paulo: Érica, 2007.