**Desenvolvimento de uma Impressora 3D por Deposição Aditiva: Integração de Software para Comando Numérico Computadorizado.**

**SILVA**, F. J. F. M; **N. M.** Sotomayor Choque

**RESUMO**

A impressão por deposição aditiva, conhecida como impressão 3D, tem se mostrado uma tecnologia revolucionária na área da manufatura, permitindo a fabricação de objetos tridimensionais com alta precisão e complexidade. Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver e implementar um sistema de Comando Numérico Computadorizado (CNC) personalizado para uma impressora 3D, integrando o software ao hardware e otimizando o processo de impressão. A metodologia inclui a criação de modelos CAD, conversão para formatos STL e OBJ, e geração de G-code. O estudo explora também a importância de ajustes automáticos, análise de erros e

monitoramento em tempo real.

**Palavras-chave**: Impressão 3D, CNC, STL, G-code.

Bolsista do Programa de Iniciação Científica (PIBIC). Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Centro de Ciências integradas. Fabio.silva@ufnt.edu.br

2 Professor Doutoro de Faculdade de Física, Universidade Federal Do Norte do Tocantins (UFNT), coordenadora do projeto de extensão. nmsch@mail.uft.edu.br

1. **INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA**

Apresentação do Tema

O artigo aborda o desenvolvimento e implementação de um software de Comando Numérico Computadorizado (CNC) para uma impressora 3D, focando na conversão de modelos digitais em objetos físicos com alta precisão. O objetivo é criar uma solução personalizada para controlar a impressora e otimizar seu desempenho. As atividades desenvolvidas incluíram desde a análise de requisitos técnicos até a validação do software, passando por fases de pesquisa, implementação e testes práticos.

Este artigo insere-se na área de conhecimento da Engenharia e Tecnologia, com áreas temáticas principal em Engenharia de Controle e Automação e secundária em Manufatura Aditiva (impressão 3D). A pesquisa envolve a integrando conhecimentos de modelagem digital, automação e controle, e otimização de processos de manufatura.

As atividades foram importantes para conectar a teoria de controle e automação com a prática, além de oferecer contribuições diretas à pesquisa aplicada. A relevância dessas atividades é notável, pois proporcionaram uma experiência indissociável entre ensino, pesquisa e extensão, essencial para a formação de profissionais capazes de desenvolver soluções inovadoras no mercado.

1. **BASE TEÓRICA**

**Modelagem CAD e Formatos STL/OBJ**

A revisão abordou o papel dos softwares CAD como SolidWorks, AutoCAD e Fusion 360, destacando sua importância na criação de modelos tridimensionais. A revisão incluiu também a análise de formatos de arquivo como STL e OBJ, discutindo suas vantagens e limitações, conforme observado em Chua, Leong & Lim (2010).

**Códigos G-code e M-code**

A literatura de Gebhardt (2016) foi revisada para entender a lógica de programação por trás do G-code e M-code, que são fundamentais para a conversão de modelos CAD em comandos que controlam a impressora. A revisão incluiu a análise dos papéis específicos desses códigos na execução de funções como controle de temperatura e movimentação dos eixos.

**Processo de Fatiamento (Slicing)**

Revisões sobre a metodologia de fatiamento de modelos foram conduzidas com base em Galati & Minetola (2019), que discutiram o impacto da altura da camada, da velocidade de impressão e do preenchimento na qualidade do objeto impresso. Essa revisão foi fundamental para a implementação de ajustes automáticos no software.

**Otimização de Parâmetros de Impressão**

A revisão de Boschetto & Bottini (2014) foi crucial para o desenvolvimento de algoritmos de otimização do trajeto de impressão. O estudo focou em como prever e corrigir variações dimensionais e imprecisões na impressão, orientando a aplicação de técnicas de controle de qualidade no software desenvolvido.

1. **OBJETIVOS**

Objetivo Geral Estudo de Comando Numérico Computadorizado (CNC) personalizado para uma impressora 3D, focando na conversão de modelos CAD em comandos de impressão, otimizando a eficiência do processo de fabricação aditiva.

Pesquisar e avaliar algoritmos e tecnologias de conversão de modelos CAD em formatos de impressão, como STL e OBJ, bem como métodos de triangulação e interpolação.

Analisar os requisitos técnicos da impressora 3D, considerando sua plataforma mecânica, eletrônica e características de movimentação dos eixos.

1. **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada de forma teórica, utilizando o método de revisão bibliográfica. O estudo baseou-se na análise de artigos científicos, livros e manuais técnicos sobre o desenvolvimento de software CNC para impressoras 3D, com foco na conversão de modelos CAD em comandos de impressão, algoritmos de fatiamento e otimização de processos.

A coleta de dados foi feita por meio de publicações disponíveis em bases científicas como Springer, IEEE e Scopus. Não houve participantes humanos, já que a pesquisa foi exclusivamente teórica.

O universo de estudo abrangeu a literatura científica relacionada a CNC e manufatura aditiva, e a amostra incluiu publicações relevantes e recentes sobre o tema. O estudo foi conduzido no ambiente acadêmico, com acesso a bibliotecas digitais.

A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa, comparando e sintetizando os conceitos encontrados, identificando padrões e lacunas no desenvolvimento de software CNC, propondo futuras áreas de estudo.

1. **CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os primeiros meses foram estudando princípios da programação como, lógica

de programação, linguagem, estrutura, as linguagem estudadas foram a, python e linguagem (CNC) como G-CODE e M-CODE,

Este estudo teórico explorou os principais processos envolvidos na impressão 3D, abordando desde a modelagem digital em CAD (Computer-Aided Design) até a conversão para os comandos G-code e M-code, que controlam a impressora. O CAD foi destacado como uma ferramenta indispensável para a criação de geometrias complexas, permitindo ajustes automáticos e parametrizações que facilitam a modificação dos modelos.

A conversão para os formatos STL e OBJ foi fundamental para preparar os modelos para a impressão, com o STL sendo mais amplamente utilizado por sua simplicidade, e o OBJ permitindo representações mais detalhadas, incluindo texturas e cores.

O G-code foi analisado como a linguagem principal para controlar os movimentos e as funções da impressora, determinando a precisão e a qualidade da impressão camada por camada.

O M-code, por sua vez, foi estudado em suas funções auxiliares, como controle de temperatura e comandos de pausa durante o processo de impressão. Além disso, o estudo enfatizou o papel crucial do fatiamento, que divide o modelo tridimensional em camadas e gera as trajetórias e comandos que otimizam a eficiência da impressão.

Embora o software CNC personalizado não tenha sido implementado na prática, a pesquisa teórica realizada ofereceu uma compreensão detalhada da lógica de programação e dos algoritmos envolvidos na conversão de modelos CAD para comandos de impressão.

Essa análise teórica é de grande importância para o desenvolvimento de soluções personalizadas e eficientes na manufatura aditiva, servindo como base para futuras implementações práticas que poderão aprimorar a precisão e a otimização dos processos de impressão 3D.

Este estudo reafirma a relevância da compreensão aprofundada dos processos de conversão, fatiamento e controle por meio de G-code e M-code, destacando as possibilidades de avanços significativos na área de impressão 3D, tanto no âmbito acadêmico quanto industrial.

1. **REFERÊNCIAS**

Marcel Müller, Elmar Wings. An Architecture for Hybrid Manufacturing Combining 3D Printing and CNC Machining. International Journal of Manufacturing Engineering Volume 2016, Article ID 8609108, 12 pages.

Lydia Sloan Cline. 3D Printing and CNC Fabrication with SketchUp. McGraw-Hill Education 2016.

Georgios Tsoulfas, Petros I. Bangeas, Jasjit S. Suri. **3D Printing**: Application in Medical Surgery E-Book. Elsevier Inc. 2020.

L. Jyothish Kumar, Pulak M. Pandey, David Ian Wimpenny. **3D Printing and Additive Manufacturing Technologies**. Springer Singapore 2018.

Christian Groth, Neal D. Kravitz, Perry E. Jones, John W. Graham, W. Ronald Redmond. **Three-Dimensional Printing Technology**. JCO Volume XLVIII Number 8 2014.

Boschetto, A., & Bottini, L. (2014). **Accuracy prediction in fused deposition modeling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology***, 73(3-4), 913-928.

Camba, J. D., Contero, M., & Company, P. (2017). **Parametric CAD modeling**: An analysis of strategies for design reusability. *Computer-Aided Design*, 74, 18-28.

Chua, C. K., Leong, K. F., & Lim, C. S. (2010). ***Rapid Prototyping****: Principles and Applications*. World Scientific.

Galati, M., & Minetola, P. (2019). **Analysis of density, roughness, and accuracy of the 3D printed components using FDM.** *Procedia CIRP*, 79, 143-148.

Gebhardt, A. (2016). ***Understanding Additive Manufacturing****: Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing*. Hanser Publications.

Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). ***Additive Manufacturing Technologies****: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. Springer.

Griffiths, C. A., Howarth, J., de Almeida-Rowbotham, G., Rees, A., & Kerton, R. (2016). **A design of experiments approach for the optimization of energy consumption for the laser sintering process.** *Procedia CIRP*, 40, 225-230.

Leach, R. (2019). *Metrology in Additive Manufacturing*. Elsevier.

Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T., & Hui, D. (2018). **Additive manufacturing (3D printing):** A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering*, 143, 172-196.

Thomas, D., & Gilger, P. (2020). **Current challenges and trends in 3D printing. *Journal of Manufacturing Processes***, 49, 257-271.

**VII AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil, além da contribuição inestimável de Nilo Maurício Sotomayor Choque, Gideon, Genivaldo Gomes, Emilly Vitória Moura Paiva e o laboratório LabMade, onde os estudos foram conduzidos. A todos, nosso sincero agradecimento.