



Desenvolvimento de um Scanner 3D para digitalização de objetos

Sarah Even Oliveira Barbosa Fernandes | sarah.eob@aluno.ifsc.edu.br¹

Vitor Farias de Borba | vitor.borba@ifsc.edu.br²

Adriano Regis | adriano.regis@aluno.ifsc.edu.br³

Trabalho de Pesquisa
DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema de escaneamento 3D com objetivo de implementar o controle e sincronização de eixos para criação de uma rotina semiautomática para aquisição de uma nuvem de pontos para digitalização de objetos. Por meio da sincronia de motores de passo para controle de posicionamento de um sensor a laser, é possível gerar uma varredura de forma a obter um nuvem de pontos consistente para processamento e obtenção de um modelo tridimensional de um objeto físico, visando aplicações na engenharia, tais como impressão 3D, inspeção dimensional e engenharia reversa. Uma mesa acoplada a um motor controla a rotação no eixo Z permitindo a criação de nuvem de pontos em camadas em um determinado ângulo enquanto um sensor a laser acoplado a estrutura de um fuso faz incrementos de camadas em camadas para uma varredura completa do objeto. O processo de varredura da estrutura é lento e sensível à variação de diversos fatores, como vibrações mecânicas e intensidade de luz. Apesar da utilização de um único sensor no projeto, a filtragem de dados e calibração de leituras foi capaz de gerar dados consistentes de digitalização dos objetos lidos e possibilitando a utilização dos mesmos em impressoras 3D, entre outros recursos.

Palavras-chave: Scanner 3D; Sensor a Laser; Digitalização; Sincronia de eixos .

Introdução

A exigência da aquisição e processamentos de dados torna necessário o desenvolvimento de sistemas cada vez mais eficientes e precisos para o aprimoramento de áreas como indústria, engenharia e controle de qualidade. Neste contexto, a captura de características físicas de produtos pode ser feita através de sistemas de digitalização como os Scanners, permitindo a análise de defeitos e dimensionamento de forma rápida e eficaz. No entanto, não existem alternativas desses sistemas que sejam de baixo custo e sejam

¹ Estudante do curso de Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina.

² Professor do Departamento de Metal-Mecânica do IFSC-Câmpus Florianópolis.

³ Professor do Departamento de Metal-Mecânica do IFSC-Câmpus Florianópolis.

especificamente para aplicações práticas em ambientes acadêmicos, evidenciando a necessidade da criação de um sistema de varredura viável, acessível e capaz de gerar dados confiáveis para análises em diferentes cenários.

Além disso, o desenvolvimento de projetos possibilitam a integração de conteúdos teóricos com a aplicação prática de conhecimentos em mecânica, eletrônica, instrumentação e controle de sistemas, reforçando a associação do que é visto em sala de aula para resolução de problemas reais da sociedade.

Desta forma, o trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma estrutura eletromecânica capaz de integrar controle de movimentos precisos e a utilização de sensores para realizar medições e processar dados de forma confiável, com o intuito de tratar posteriormente as informações coletadas em sistemas de digitalização 3D.

Fundamentação teórica

O módulo sensor VL53L1X (Figura 1) é um dos diversos sensores de distância que utiliza tecnologia Time of Flight (ToF) que emite pulsos de laser infravermelho que refletem no objeto detectado, onde calcula-se a distância baseada no tempo de voo da luz entre emissão e recepção, independente da cor do objeto escaneado.

Figura 1 – Módulo do Sensor VL53L1X



Fonte: Maker Hero (2023).

De acordo com a documentação do fabricante ST Microelectronics (2024), o módulo integrado possui uma medição de distância de até 400 cm, campo de visão ajustável de 27°, frequência de medição de até 50HZ e fácil integração com Arduino a partir da interface I2C de até 400 kHz.

No Scanner 3D, é essencial garantir a aquisição fiel de coordenadas espaciais através do movimento controlado de sensores e plataformas. Neste contexto, os motores de passo (Figura 2) se destacam por permitir deslocamentos angulares e lineares através de pulsos elétricos com incrementos discretos chamados passos que, comumente, movem 1,8 graus por passo, resultando em 200 passos para uma rotação completa, mas é possível controlar a velocidade e o ângulo através de drivers. (SANTOS, 2008).

Figura 2 - Motor de Passo Nema 17



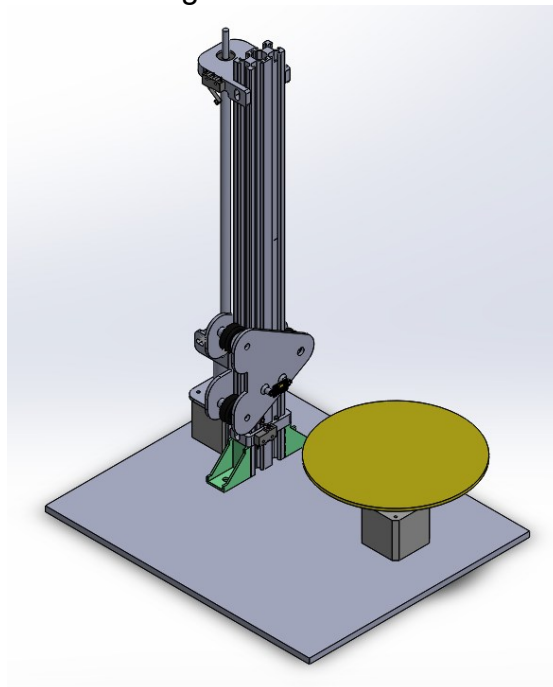
Fonte: Maker Hero (2020).

Procedimentos metodológicos

A idealização do projeto se baseou em projetos similares feitos por outros autores para compreender a mecânica utilizada, definindo-se com apenas um eixo (z) de translação do sensor para leitura de distâncias de pontos e a rotação da mesa pelo mesmo eixo para obtenção da distribuição de formato. Verificou-se outra opção de movimentação vertical: o sistema de Roldanas, sendo necessário também um fuso de esferas que fosse acoplado a um motor de passo e um perfil estrutural fixo para apoio.

Com isso, foi feita a modelagem de todas as peças no *software* de Modelagem 3D - *Solidworks* 2023 - que foram o suporte das roldanas, o suporte para os fins de curso utilizados para limitar o fuso, o apoio superior para o fuso e a mesa de apoio do objeto escaneado. Após a impressão e montagem das peças, o projeto mecânico do Scanner 3D pode ser visualizado na Figura 3 abaixo.

Figura 3 – Montagem Scanner 3D no Solidworks



Fonte: Autora, 2026.

Para o desenvolvimento do funcionamento eletrônico do projeto, foram feitos múltiplos testes para calibração dos parâmetros de leitura do sensor para melhor qualidade na nuvem de pontos do escaneamento.

Para um funcionamento mútuo entre os dois motores de passo, foi escolhido os micropassos de cada um e o ângulo de cada leitura do sensor. Para a mesa não demorar muito tempo em uma única volta, o motor de passo da Mesa foi configurado com um micropasso de 1/32, por outro lado, para melhor resolução de escaneamento com movimento estável, o motor de passo do Fuso foi configurado com um micropasso de 1/4.

Quanto à leitura do sensor, aplicando a faixa operacional de Curta Distância associada a faixa de leitura de 4 a 135 cm no sensor VL53L1X, é necessário um tempo mínimo ideal de 33 ms entre uma leitura e outra, desta forma, permite-se uma leitura segura e dados confiáveis. Foi criada uma rotina de leitura para o sensor entre as janelas de movimentação da mesa de 128ms, configurando 64 micro passos efetivos iguais a leituras a cada 3,6° da mesa.

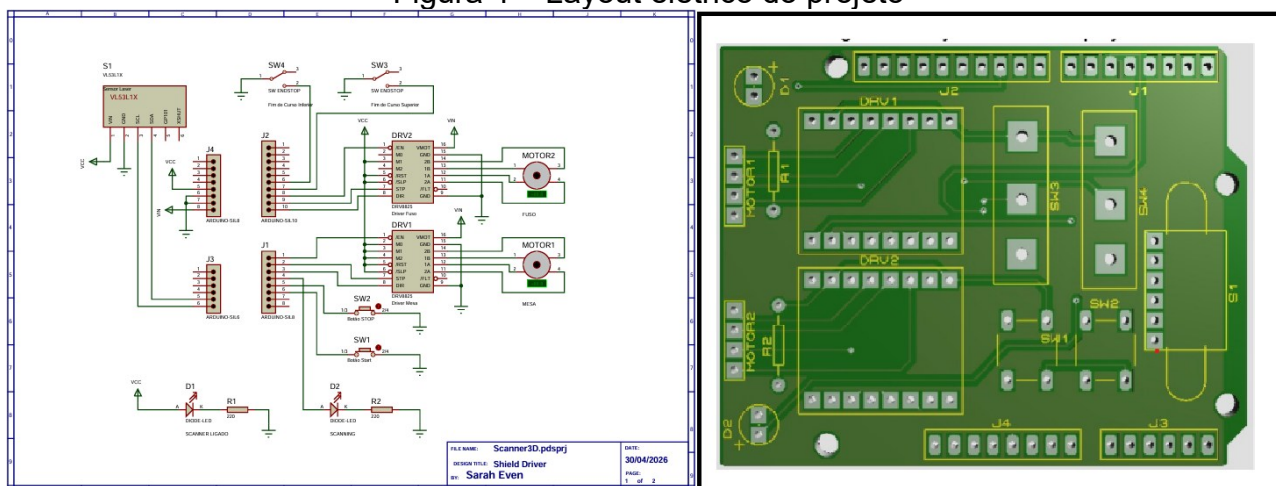
São feitas três leituras de 40 ms com intervalo de 2ms entre elas para acomodação da entrada, então é feita a mediana entre essas três leituras para evitar ruídos. Além disso,

foi implementado um ROI (Region of Interest) para limitar a área disponível de leitura para o sensor e focar a medição em uma área específica do campo de visão.

Por fim, verificando a altura máxima disponível entre os fins de curso implementados, considerou-se um incremento de 0,5 mm no Fuso por camadas de leituras, possibilitando 212 camadas de leitura.

O esquema do circuito foi feito utilizando o software Proteus, para a concepção do layout e conversão para placa de circuito impresso, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Layout elétrico do projeto



Fonte: Autora, 2026.

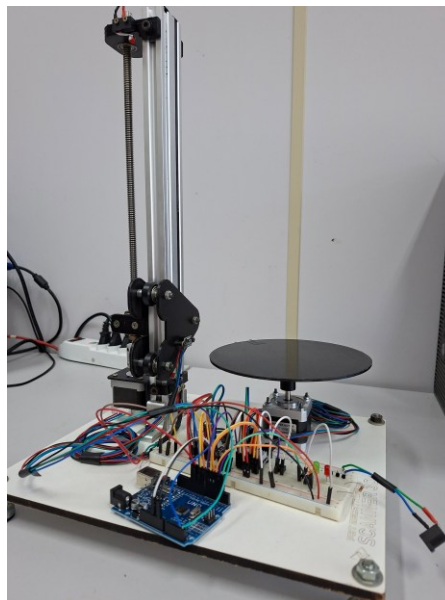
O circuito é controlado por um Arduino UNO que comanda o passo e a direção dos motores de passo no Fuso e na Mesa, definindo sentido de rotação, posição e velocidade. Os *drivers* DRV8825 são intermediários entre o arduino e motor, convertendo sinais e controlando parâmetros críticos como corrente, micropasso e outros.

O arduino também recebe a leitura do sensor por meio da interface I2C e converte comandos em saídas utilizadas para conversão de varredura do objeto. O circuito conta com botões de *Start* e *Stop* para varredura de leitura do sensor e funciona com fonte de alimentação de 12V.

Resultados e discussões

A partir da modelagem das peças em CAD, foi feita a impressão e montagem das peças. Uma placa PCB está em desenvolvimento para integração com a estrutura mecânica. Assim, o projeto mecânico do Scanner 3D pode ser visualizado na Figura 5 abaixo.

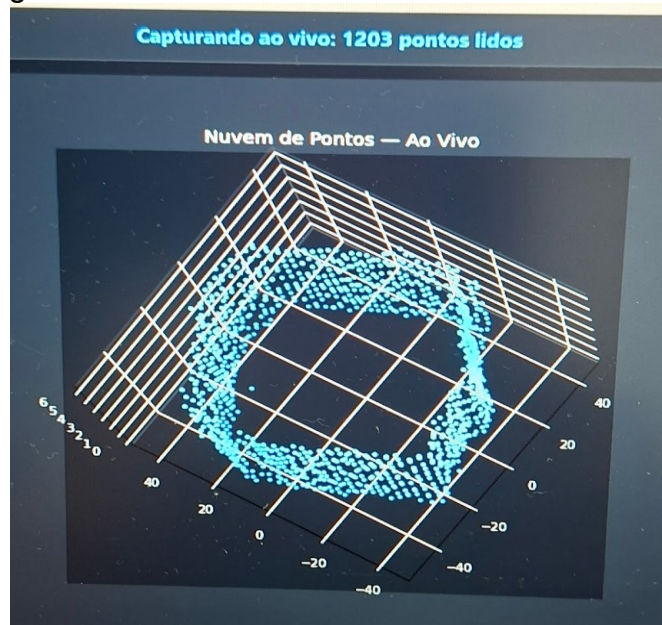
Figura 5 – Estrutura Eletromecânica do Scanner 3D.



Fonte: Autora (2026).

Apesar de ser composto por apenas um sensor a laser, as leituras se mostraram compatíveis com a distância posicionada no objeto da mesa em relação ao sensor. Para uma verificação mais precisa dos resultados, foi utilizado o projeto de outro membro do Programa de Educação Tutorial, um software de digitalização e processamento de nuvens de pontos (PEREIRA, 2026). Ao realizar o escaneamento de um cubo (Figura 6), verificou-se o resultado real das leituras feitas.

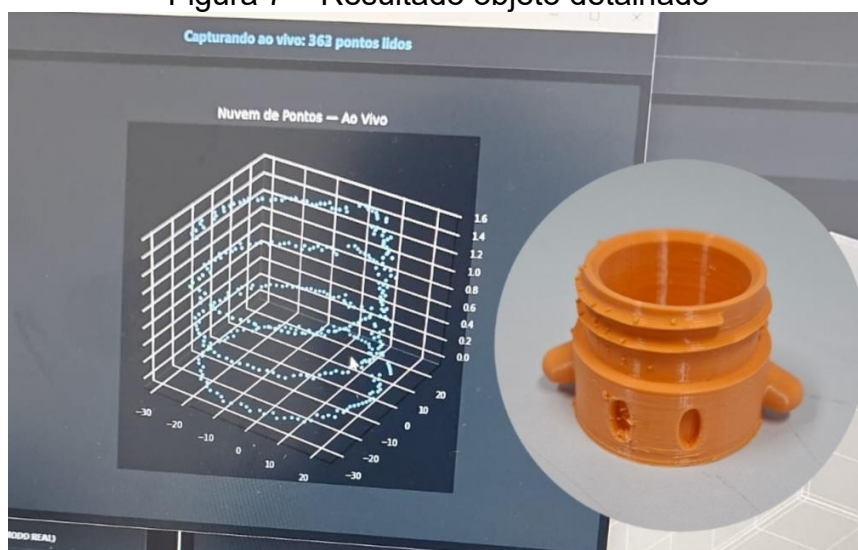
Figura 6 – Resultado da Nuvem de Pontos obtidas



Fonte: Autora (2026).

Fazendo a varredura em outros objetos de formato cilíndrico, também resulta na percepção da forma geral do objeto, porém para objetos mais complexos, com cavidades e protuberâncias, essas formas não são definidas no escaneamento, como visualizado na Figura 7.

Figura 7 – Resultado objeto detalhado



Fonte: Autora (2026).

Considerações finais



De modo geral, o objetivo principal do trabalho de projetar uma estrutura eletromecânica capaz de realizar os movimentos necessários para detecção de uma nuvem de pontos por um sensor para a digitalização de um objeto físico foi alcançado com sucesso. O desenvolvimento do projeto foi muito proveitoso para assimilação de conteúdos teóricos dados em sala de aula com a aplicação e entendimento claros em trabalhos práticos e a experiência da elaboração do protótipo foi de grande importância para a evolução de projetos futuros.

Os resultados finais da implementação da estrutura ainda devem passar por ajustes finos, para leituras mais precisas com o mínimo de ruídos possíveis. Para desenvolvimentos posteriores, a utilização de dois ou mais sensores deve ser prioridade para o aperfeiçoamento da nuvem de pontos e refino de leitura das distâncias. Com mais sensores em diferentes posições, pode ser feita uma comparação entre os dados para alinhamento dos pontos e melhorar a precisão do Scanner.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi fomentado com recursos do Programa de Educação Tutorial – PET MECATRÔNICA, vinculado ao Ministério da Educação.

Referências

PEREIRA, Yan de Lima. Desenvolvimento de um software de digitalização 3D. Resumo expandido (Programa de Educação Tutorial – PET Mecatrônica) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2026.

SANTOS, V. P. A. Motor de passo. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Programa de Educação Tutorial – Grupo PET Telecomunicações, 2008. Disponível em: <https://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/stepmotor/stepmotor2k81119.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2026.

ST MICROELECTRONICS. Datasheet VL53L1X. DS12385 Rev. 8, ago. 2024. Disponível em: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l1x.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2026.