

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC JULIO DE MESQUITA**

**BRUNO NASCIMENTO SANTIAGO
KAYQUE MAGALHÃES
LUCAS DOS SANTOS MORBECK SOUZA
MATHEUS DAVID SANTIAGO DA SILVA
RAVEL MAGNO ARAUJO
VINICIUS SANTOS DA SILVA
WESLEY VILARINDO DE OLIVEIRA**

LASER DIDÁTICO CNC

**SANTO ANDRÉ
2024**

BRUNO NASCIMENTO SANTIAGO
KAYQUE MAGALHÃES
LUCAS DOS SANTOS MORBECK SOUZA
MATHEUS DAVID SANTIAGO DA SILVA
RAVEL MAGNO ARAUJO
VINICIUS SANTOS DA SILVA
WESLEY VILARINDO DE OLIVEIRA

LASER DIDÁTICO CNC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Etec Júlio de Mesquita, orientado pelos professores Rinaldo Ferreira Martins e Janaina Cristina da Silva, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Mecatrônica.

SANTO ANDRÉ
2024

AGRADECIMENTOS

Queridos Professores, vocês foram mais que um guia nesta trajetória rumo à nossa formação técnica em mecatrônica, foram verdadeiros mentores. Suas orientações perspicazes, sabedoria incansável e apoio constante foram a bússola que iluminou os caminhos desafiadores que percorremos. Expressamos nosso prazer em agradecer especialmente por compartilhar, não apenas seus conhecimentos, mas também a paixão pela mecatrônica, uma chama que incendiou nossa determinação para alcançar novos patamares.

A nossa amada família, presente em todos os momentos desta jornada, expressei nossa profunda gratidão. Seu amor incondicional, coragem e compreensão foram o alicerce que sustentou cada passo. Cada conquista é tão de vocês quanto de nós, e dedico este trabalho como testemunho do quanto sua presença foi a força motriz dos nossos sonhos. Este trabalho transcende a mera formalidade acadêmica, é a celebração de uma jornada repleta de desafios, aprendizados enriquecedores e crescimento pessoal. Aos professores e familiares, eterna gratidão por serem a base sólida deste sucesso

O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar de novo com mais inteligência.
(Henry Ford)

RESUMO

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um equipamento de corte e gravação a laser acessível, caracterizada por seu baixo custo e facilidade de manutenção. Através de pesquisas em artigo e blogs relacionados ao assunto desenvolvemos a máquina com base na necessidade de aproximar os alunos dessas tecnologias básicas em que ganharam conhecimentos durante as aulas, porém devido ao custo elevado o acesso a elas não são tão fáceis. Conseguiu-se fabricar uma CNC para fins hobbitas com custos abaixo do valor de mercado, visto que uma máquina de mesma potência custaria por volta dos R\$2500,00 enquanto a projetada sai pelo preço aproximado de R\$1500,00 utilizando materiais de boa qualidade e fácil acesso. Este equipamento foi projetado para os próprios alunos poderem adquirir kits e integrá-los em seus planos de aula, promovendo a aprendizagem prática e a aplicação dos conhecimentos ministrados pelos professores. O equipamento utiliza tecnologia a laser para cortar matérias de pouca espessura e gravar materiais mais densos, como MDF, EVA, papel e couro. Sua operação é possível graças a integração de um sistema CNC, Arduino, drivers de motor de motores de passo, em conjunto com uma engenharia mecânica simples, porém eficaz. O controle do equipamento é realizado por meio de software livre, com o LaserGRBL servindo como Interface Homem-Máquina (IHM). Este projeto visa proporcionar uma solução acessível e educativa incentivando o uso de tecnologia de corte a laser como uma ferramenta pedagógica poderosa para estudantes e professores. Ao fim do artigo é relatado quais objetivos alcançados com o valor abaixo do mercado e simples utilização, além de possíveis melhorias para a CNC já que o projeto é apenas um pontapé inicial para incentivar os alunos a terem sede de conhecimento e despertar o prazer em realizar os próprios projetos.

Palavras-chave: CNC; Laser; Gcode; Corte a laser

ABSTRACT

This work describes the development of an affordable laser cutting and engraving equipment, characterized by its low cost and ease of maintenance. Through research in articles and blogs related to the subject, we developed the machine based on the need to bring students closer to these basic technologies in which we gain knowledge during classes, but due to the high cost we do not have access to them. We were able to manufacture a CNC for hobbyist purposes with costs below market value, as a machine of the same power would cost around R\$2500.00 while ours costs approximately R\$1500.00 using good quality materials and easy access. This equipment was designed so that students themselves can purchase kits and integrate them into their lesson plans, promoting practical learning and the application of the knowledge taught by teachers. The equipment uses laser technology to cut thin materials and engrave denser materials, such as MDF, EVA, paper and leather. Its operation is possible thanks to the integration of a CNC system, Arduino, stepper motor drivers, together with simple but effective mechanical engineering. The equipment is controlled using free software, with the LaserGRBL serving as the Human-Machine Interface (HMI). This project aims to provide an affordable and educational solution for digital fabrication, encouraging the use of laser cutting technology as a powerful pedagogical tool for students and teachers. At the end of the for the CNC as it is just a starting point to encourage students to have a thirst for knowledge and awaken the pleasure of carrying out their own projects.

Keywords: CNC; Laser; Gcode; laser cutting

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Laser CNC.....	3
Figura 2 — Datasheet Arduino UNO.....	4
Figura 3 — Esquemática de pinagem do Arduino.....	5
Figura 4 — Relutância Variável.....	5
Figura 5 — Imã pendente.....	6
Figura 6 — Funcionamento do motor híbrido.....	6
Figura 7 — GRBL.....	7
Figura 8 — Instalando GRBL.....	8
Figura 9 — Passo a passo instalação.....	8
Figura 10 — Passo final da instalação do grbl.....	9
Figura 11 — Driver.....	10
Figura 12 — Trilho 20x20 v-slot.....	13
Figura 13 — Suporte motor nema.....	14
Figura 14 — Motor de passo nema.....	14
Figura 15 — Laser 40w.....	15
Figura 16 — Guia 20x80 e roldanas.....	15
Figura 17 — Conexão de topo 90°.....	16
Figura 18 — guia ajustável com suporte embutido.....	16
Figura 19 — Cronograma diagrama de Gantt.....	18
Figura 20 — Cronograma diagrama de Gantt.....	18
Figura 21 — Cronograma diagrama de Gantt.....	19
Figura 22 — Cronograma diagrama de Gantt.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Vantagens e desvantagens.....	3
Tabela 2 — Propriedades do driver A4988.....	10
Tabela 3 — Peso material.....	12
Tabela 4 — Tabela de custos.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	1
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	1
3 JUSTIFICATIVA	2
4 METODOLOGIA	2
5 DESENVOLVIMENTO	2
5.1 LASER CNC	2
5.2 ARDUINO	3
5.3 SHIELD	4
5.4 MOTOR DE PASSO	5
5.5 PROGRAMAÇÃO	7
5.6 INSTALAÇÃO	7
5.7 TERMINAL SERIAL	9
5.8 DRIVER	9
5.9 FONTE DE ALIMENTAÇÃO	10
6 PROJETO	11
7 DIMENSIONAMENTO	11
8 DIMENSIONAMENTO DE VREF DO DRIVE A4988	12
9 DESENHO DE PARTES DO PROJETO EM INVENTOR	13
10 MATERIAIS E CUSTOS	17
11 CRONOGRAMA	17
12 CONCLUSÃO	20
BIBLIOGRAFIA	21
APÊNDICE A — CONEXÃO DE TOPO 90°	22
APÊNDICE B — MOTOR NEMA 17	23
APÊNDICE C — GUIA V-SLOT 20X20	24
APÊNDICE D — MÓDULO LASER 40W	25
APÊNDICE E — GUIA AJUSTÁVEL PARA LASER	26
APÊNDICE F — MANUAL TÉCNICO DE USO E MANUTENÇÃO	27

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de CNC LASER, certamente, umas das dificuldades que podemos encontrar para se obter e trabalhar com este tipo de máquina é seu custo inicial. Pois o valor de implantação de um equipamento desse tipo, é o maior fator a se considerar quando se cogita a aquisição de um (AVISOBREM, 2023). Considerando alguns fatores, como o ambiente e espaço para acomodá-lo, capacitação do futuro operador, o benefício que trará a longo prazo e as projeções de manutenção que futuramente serão necessárias para o equipamento.

Nossa intenção é diminuir o custo do equipamento e adequar o projeto para espaços pequenos. Para este projeto temos como diferencial, uma máquina que poderá ser construída e utilizada para desenvolvimento didático em aula. Relatando a partir do capítulo de desenvolvimento do projeto explicações sobre alguns componentes utilizados e conceitos básicos sobre tipos de laser, Arduino, drivers, etc. Por visar o baixo custo e acessibilidade a esse mundo das máquinas para hobby, mas que utilizando conceitos industriais, utilizamos software livre denominado “LaserGRBL” que tem como linguagem padrão o Gcode, uma linguagem utilizada no meio industrial, trazendo mais intimidade com esse tipo de sistema incentivando aprendizagem acerca do assunto, visto que é introduzida na grade curricular e utilizada em máquinas industriais.

No capítulo “Introdução ao GRBL” ensinamos também a introduzir essa linguagem para o Arduino, o que fará a comunicação do software com a máquina de corte a laser, mostraremos o princípio básico dessa comunicação onde pessoas que não são familiarizadas com o assunto consigam entender e executar com facilidade.

2 OBJETIVO

Projetar e desenvolver uma CNC LASER versátil, capaz de cortar e marcar diversos tipos de materiais, utilizando um laser controlado por meio de linguagem CNC. Essa máquina terá aplicação didática, podendo ser integrada em diversos contextos de ensino, desde a fase de montagem até o uso em aulas práticas, uma vez que ela usa conhecimentos já obtidos durante o curso de mecatrônica da ETEC Júlio de Mesquita.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Construir uma máquina CNC Laser de baixo custo e de fácil manuseio e manutenção, onde possa ser utilizada no meio didático. Este projeto visa o corte e gravação principalmente de

materiais como MDF e acrílico, sendo extensivo a outros materiais, como papel e couro.

3 JUSTIFICATIVA

Quando pensamos em um LASER CNC, logo nos vem em mente um equipamento de grande proporção e custo elevado de fabricação, devido ser mais comum seu uso em empresas de grande porte. O custo de aquisição de uma máquina CNC pode ser significativo para pequenas empresas, tornando a decisão de investir nessa tecnologia um desafio financeiro. (AVISOBREM, 2023)

Este projeto, teve como justificativa principal reduzir os custos na criação e implementação de uma Laser CNC, sem perder qualidade na produção, considerando o desenvolvimento de uma arquitetura que proporciona portabilidade e facilidade de manuseio.

Além disso, queremos democratizar o acesso à tecnologia CNC, permitindo uma gama mais ampla de usuários, que possam se beneficiar de um sistema de alta qualidade e economicamente viável.

4 METODOLOGIA

As etapas desse projeto compreendem: Revisão bibliográfica sobre o tema, e pesquisa descritiva. Através da revisão bibliográfica, planejamos entender como uma CNC Laser funciona, suas especificações, tamanho, preços, como reproduzi-las e suas características.

5 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo trará em seu corpo o desenvolvimento dos cálculos para os motores, peças escolhidas e seus dimensionamentos, potência dos hardwares (Arduino, Shield e Drivers). Ao final terá embutido uma tabela com os gastos com os preços encontrados no ano de 2024.

5.1 LASER CNC

Uma CNC Laser funciona utilizando a intensidade da luz concentrada para remover material de uma superfície, criando assim uma marca permanente no material, denominada gravação (GUSE ROSANA, 2023). O processo envolve alguns passos tais como: a geração do laser onde o laser produz uma luz altamente coerente e direcional por meio da amplificação da luz por estimulação de emissão de radiação. A focalização onde a luz é

focalizada em um ponto muito pequeno na superfície do material a ser gravado usando uma lente ou um sistema óptico, isso concentra a energia do laser em uma área específica. A luz do laser concentrada aquece o material a ser cortado ou gravado, esse aquecimento causa a vaporização, fusão ou remoção do material, dependendo do tipo de intensidade a ser utilizado.

Os lasers de gravação caseiros como demonstrado na figura 1 são amplamente utilizados em aplicações como marcação de metais, plásticos, cerâmicas e madeiras, corte de materiais, com comunicação óptica de alta velocidade eles oferecem precisão e versatilidade (LEE DAVID, 2023). Na tabela 1 temos algumas vantagens e desvantagens das máquinas a laser, tanto para máquinas de porte industriais quanto para pequenas máquinas caseiras.

Figura 1 - Laser CNC



Fonte: Amazon (2023)

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens

Vantagens	Desvantagens
Precisão e exatidão	Investimentos iniciais
Melhor controle de qualidade	Necessita de técnicos especializados
Baixo custo e mais acessível	Limitado a espessura dos materiais
Menor risco de danos na peça trabalhada	Produção de fumos e gases nocivos

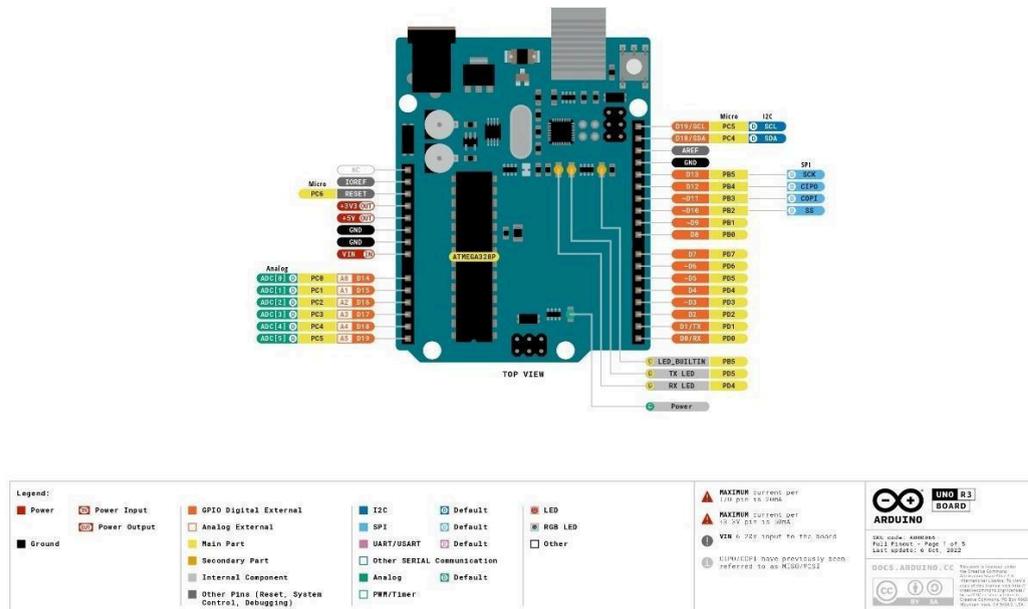
Fonte: De autoria própria, 2024

5.2 ARDUINO

O Arduino (figura 2) é um microcontrolador, ele possui 14 pinos de entradas/saídas digitais e 6 entradas analógicas, uma porta USB, uma tomada de força, e um botão reset (ARDUINO DOCS, S.D). Ele recebe sinais elétricos de vários sensores e com isso pode controlar um

motor, por exemplo. Usa um circuito de programação parecida com C/C++. Este Arduino foi escolhido, pois além dele ter um ótimo custo-benefício, este também é mais acessível e a programação é a mais simples.

Figura 2 - Datasheet Arduino UNO



Fonte: Arduino.cc - (2024)

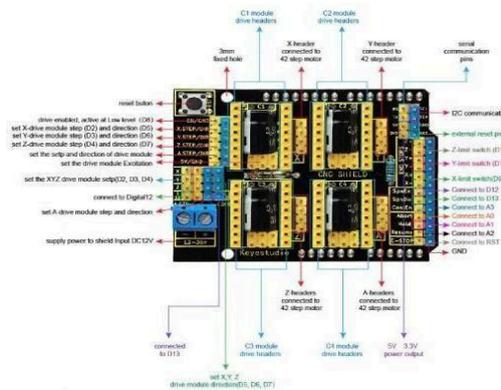
5.3 SHIELD

CNC Shield V3 foi desenvolvido para controlar impressora 3D ou fresadoras cnc. Este consegue controlar até 4 Drivers, ele funciona junto com Arduino UNO e transforma comandos em sinais de passos para os motores. Foi escolhido principalmente, pois sua funcionalidade se encaixa numa CNC Laser e suporta a potência dos motores além de emitir um sinal correto indicando a potência para cada ponto da gravação/corte.

Características:

- Possui 4 conectores para drivers controladores de passo;
- Suporta fontes de alimentação de 12V até 36V;
- Suporta até 4 eixos;
- Suporta até 2 conectores de fim de curso para cada eixo;
- Possui conector para cooler;
- É compatível com o GRBL;
- Micro passos definidos por jumpers.

Figura 3 - Esquemática de pinagem do Arduino



Fonte: Cap sistema (2023).

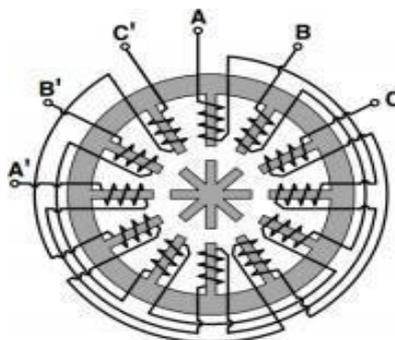
5.4 MOTOR DE PASSO

É um tipo de motor utilizado quando algo tem que se movimentar precisamente, como as máquinas CNC e impressoras. Assim como outros motores elétricos, possui um rotor e um estator, mas, além disso, possui também pares de bobinas para controlar sua direção e velocidade, pois estas podem ser acionadas individualmente ou em conjunto para controlar sua posição (Edilson Cravo, 2022).

Motores de passo são divididos em três tipos:

- A. Relutância Variável: É o tipo mais simples e possui um rotor e um estator com bobinas (Figura 4). Quando em funcionamento, o rotor é alinhado com a bobina energizada, esse tipo não possui trava, ou seja, quando desligado, é possível movimentar seu eixo, por isso não é indicado em máquinas que movimentam cargas pesadas. (Gobi Nathan, 2018).

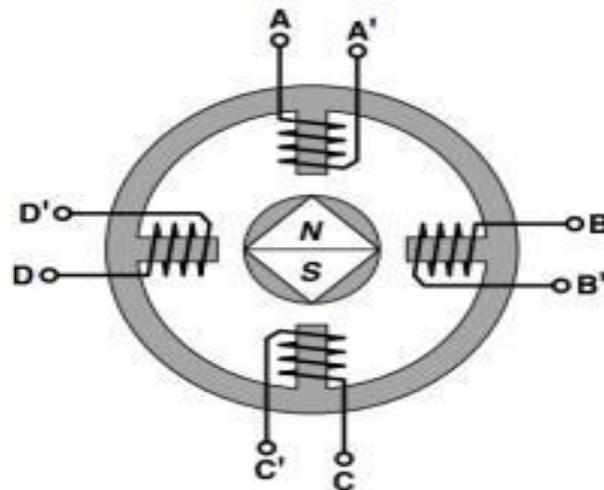
Figura 4 – Relutância Variável



Fonte: Constandinou (2003).

B. Imã Permanente: A principal diferença deste motor demonstrado na figura 5 para o de relutância variável, é seu rotor, que é magnético, com essa pequena diferença, este tipo de motor tem mais torque que o citado anteriormente. E consegue segurar pequenas cargas mesmo desenergizados. (Gobi Nathan, 2018)

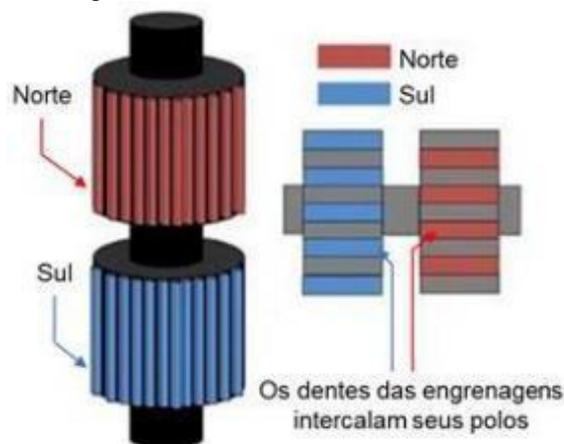
Figura 5 - Imã pendente



Fonte: Constandinou (2003).

C. Híbrido: É o mais utilizado pela indústria, por ser mais preciso, possui maior torque e é menor que os demais tipos. É uma mistura dos modelos anteriores. Possui mais de um rotor e estes são em formato de engrenagem, e cada rotor é magnetizado com um polo magnético diferente (figura 7) e assim garante maior torque e resolução. (Gobi Nathan, 018).

Figura 6 - Funcionamento do motor híbrido



Fonte: Vaques Rostirollab (2015).

5.5 PROGRAMAÇÃO

O programa utilizado é o “GRBL” (Figura 8), o qual é um software open source baseado na linguagem C, criado em 2009 pelo norueguês Simen Svale Skogsrud. O GRBL é o programa mais indicado para máquinas CNC’s caseiras, principalmente por sua simplicidade, pouco uso de processamento e ser gratuito, se tornou um fenômeno na comunidade. (Martins Samuel, 2022)

Figura 7 - GRBL



Fonte: Github (2017).

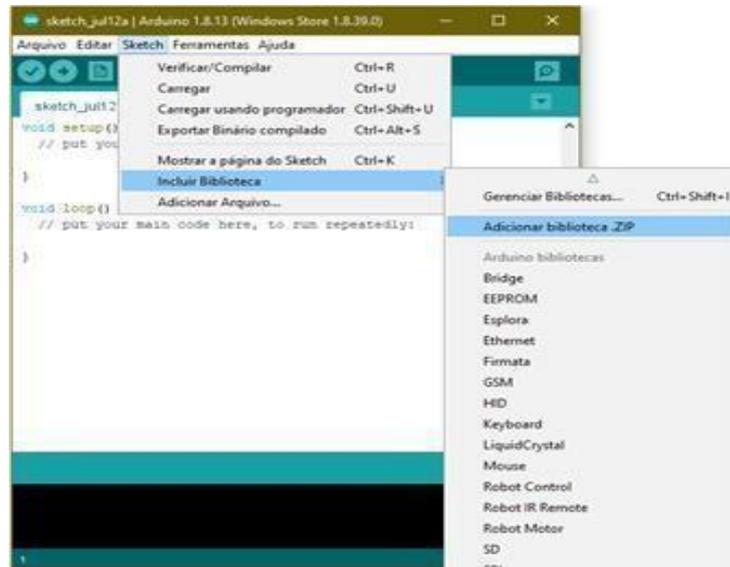
Além de ser utilizado em routers, também pode ser utilizado em impressoras 3D, máquinas de corte a laser, perfuradoras, entre outras máquinas caseiras. Como o software é bem otimizado, ele utiliza os recursos do Atmega 328p (processador do Arduino), eficientemente de modo que a máquina fica precisa e sem atrasos de comando.

O software possui interpretador de código G baseado no LinuxCNC, suportando a maioria dos programas CAM sem problemas. Porém, para continuar com o código simples e leve, o GRBL não suporta todos os códigos.

5.6 INSTALAÇÃO

- A. Baixe o código-fonte do programa, que está nomeado como “Source Code (zip)”
- B. Extraia o arquivo “ZIP”
- C. Abra a IDE do Arduino
- D. Em “Sketch” > “Incluir biblioteca” > “Adicionar biblioteca .ZIP” (Figura 8)

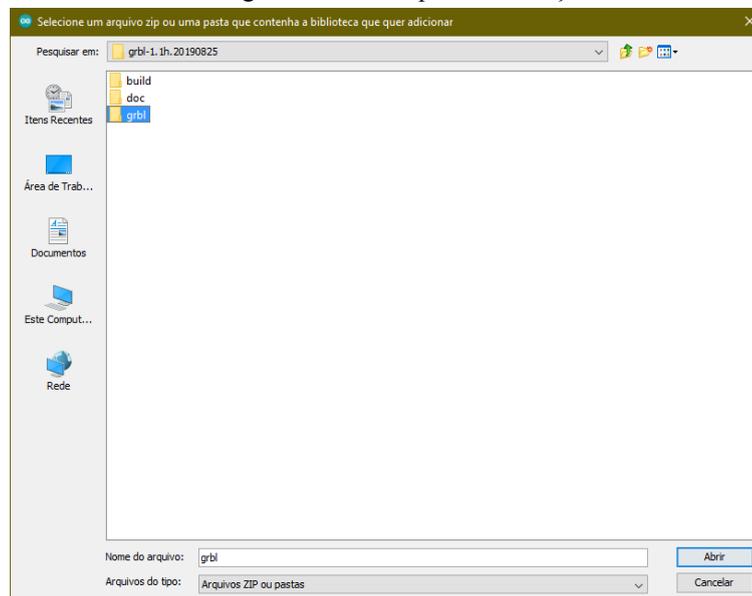
Figura 8 - Instalando GRBL



Fonte: Arduino IDE (2021).

Vá até a pasta extraída e lá, provavelmente terá outras 3 pastas, “build”, “doc” e “grbl”.
Selecione a “grbl” e clique em “abrir” (figura 9);

Figura 9 - Passo a passo instalação

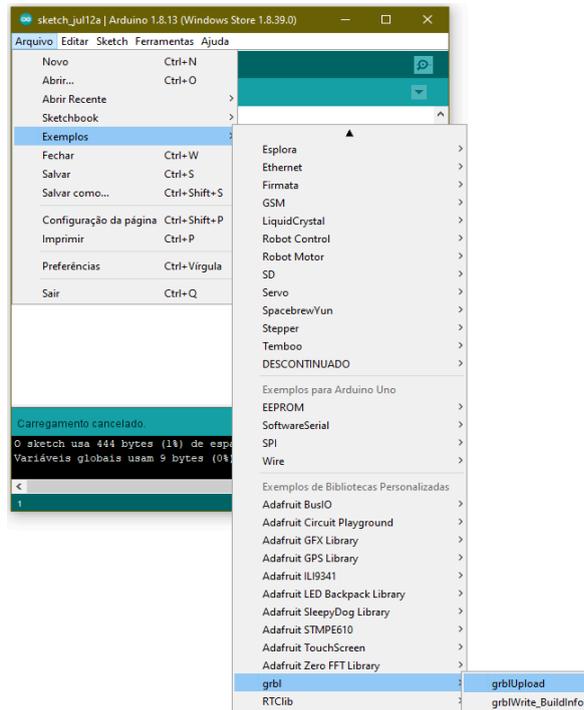


Fonte: Autores (2023).

Com a biblioteca instalada, falta apenas instalar o software na placa Arduino.

E. Agora vá até “Arquivo” > “Exemplos” > “grbl” > “grblUpload” (Figura 10)

Figura 10 - Passo final da instalação do grbl



Fonte: Arduino IDE (2021)

F. Agora, conecte o Arduino, compile o código, clicando no sinal de “Certo” e depois na seta para direita para subir o código para o Arduino.

G. Pronto, o GRBL está instalado na sua placa.

5.7 TERMINAL SERIAL

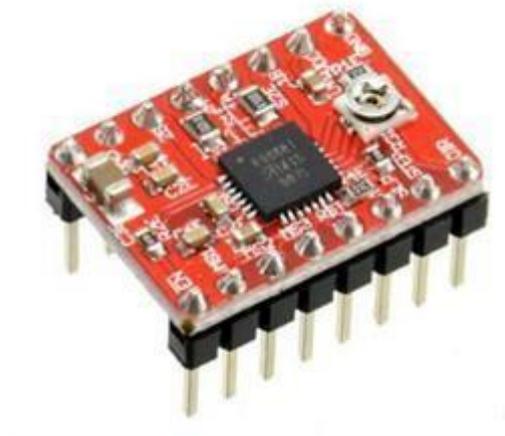
Além do GRBL, é necessário utilizar também um terminal serial, para controlar o GRBL pelo computador, por ele são feitos testes nos motores e calibrações, além das configurações internas da CNC. Utilizamos o Laser GRBL, por ser um software livre, sem custos, de fácil configuração e intuitivo.

5.8 DRIVER

Driver é o responsável por passar as informações do software para o hardware, como uma ponte. Além de funcionar como ponte, os drivers também atuam como transformadores já que os motores precisam de corrente alta, no nosso caso, 2A cada, e o Arduino funciona com corrente baixa (40mA por pino), o driver também é responsável por fazer essa transformação de corrente suas características estão descritas na tabela 2.

O driver escolhido foi o A4988, por ser barato e ser capaz de fornecer a corrente necessária para movimentar o motor de passo. O driver tem o poder de controlar o motor por meio de 5 micro passos diferentes, “Full step, Half Step, Quarter Step (1/4), Eighth Step (1/8), Sixteenth Step (1/16)”, que pode ser entendido como a velocidade que o motor trabalha. (Guse Rosana, 2021)

Figura 11 - Driver



Fonte: Filipeflop (2021).

Características:

Tabela 2 - - Propriedades do driver A49

Propriedade	Valor
Tensão lógica:	3V — 5,5V
Tensão (Motor):	8V — 35V
Corrente (Motor):	2A

Fonte: Filipeflop (2020).

5.9 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte de alimentação, é o equipamento eletrônico utilizado para transformar a tensão de corrente alternada em corrente contínua, ajustando e provendo tensão e corrente ideais para outros dispositivos. Existem vários tipos de fontes no mercado, as mais comuns são as ATX, usadas em computadores.

As fontes de alimentação, contém vários componentes que podem executar diversas

funções, dependendo de sua utilização. Além de controlar a tensão e transformar a corrente alternada (AC) em contínua (DC), ela também pode proteger os equipamentos de sobrecargas da rede, e estabilizá-las.

Para escolher a fonte ideal, é importante listar os equipamentos que serão ligados a ela, e os dados de tensão e corrente.

6 PROJETO

Para constituir a estrutura da máquina, consideramos elementos com boa resistência, facilidade para cortar, manuseio e fixação, que tenha baixo custo. Dos possíveis materiais a serem utilizados, analisamos o aço, o alumínio, o plástico e a madeira.

O aço tem boa relação custo-benefício, porém seu manuseio requer maior esforço e equipamentos, pois para junção das peças (perfis e chapas) seria necessário soldar, ou utilizar cantoneiras para fazer as emendas nos cantos, dando pouca margem para modificações.

Perfis de alumínio, tem uma estrutura com boa resistência e fácil manuseio, visto que o material é mais macio que o aço e muito mais leve também. A maioria das CNC's disponíveis no mercado, constituem de alumínio, aço e plástico, pois os perfis podem serrados, encaixados e fixados com certa facilidade.

O plástico também pode conter ótimas propriedades mecânicas. Porém, não encontramos no mercado, peças que se adequassem à nossa máquina. Para criá-las, precisaríamos de materiais e equipamentos específicos, como extrusoras e impressoras 3D.

Considerando características do alumínio e, relacionando-as com a necessidade do projeto, concluímos que o alumínio supriria as necessidades para uma utilização há um nível de testes. Visto que no mercado existem perfis específicos para criação de projetos, denominados perfis V-slot que são perfis estruturais com capacidade de movimentação linear (ALUMAKER, 2022) Esses perfis também contém vários módulos acoplados ao perfil, o que facilita para montagem da máquina.

7 DIMENSIONAMENTO

A máquina que projetamos pode ser dividida em 2 partes com movimentos independentes, logo cada parte deve conter basicamente a estrutura mecânica: motor, elementos de apoio, de transmissão, etc. Com base no cálculo de torque (MATTEDE HENRIQUE, S.D) foi realizado os seguintes cálculos para especificação dos motores utilizando como dados de peso os dados da tabela 3.

Tabela 3 - Peso materiais

Item	Peso (Kg)
Guia Ajustável V-slot 20x20	0,350 KG
Laser	0,239 KG
Motor de passo Nema 17	0,250 KG
Alumínio estrutural V-slot 20x20	0,164 KG

Fonte: De autoria própria

Para dimensionar o motor de passo para o eixo X, utilizamos a seguinte fórmula para calcular o torque do motor de passo, $T = F \times D$, sendo $F = \text{Massa} \times \text{Aceleração}$ (no caso a gravidade que é igual a 9,8).

$$T = \sum F * D$$

$$T = ((0,350 + 0,239 + 0,250) * 9,80665) * 0,0400$$

$$T = 8,2277 * 0,400$$

$$T = 3,29 \text{ KG} * F$$

Temos então que o torque necessário do motor para o eixo X é de aproximadamente 3,29 KG*F adicionando o coeficiente de segurança para alívio de motor utilizaremos um motor de passo NEMA 17 de 4KGF

Eixo Y

Utilizando a fórmula, porém agora no eixo Y onde teremos dois pontos de apoio com motores, então temos $T = M * D$

$$T = \sum F * D / 2$$

$$T = ((0,350 + 0,239 + 0,250 + 0,164) * 9,80665) * 0,400 / 2$$

$$T = (9,83606995) * 0,400 / 2$$

$$T = 3,934427 / 2$$

$$T = 1,96721399 \text{ KGF}$$

Temos então que a força utilizada para cada ponto será aproximadamente de 1,967kgf, utilizaremos então dois motores NEMA 17 de 2,9kgf, por serem mais fáceis e baratos de encontrar, além de terem um torque maior, diminuindo o desgaste dele.

8 DIMENSIONAMENTO DE VREF DO DRIVE A4988

Para um bom funcionamento dos motores e para haver precisão durante todo o

funcionamento, é necessário que alguns cálculos sejam realizados e que seja configurado no drive a tensão necessária evitando causar danos aos motores e placas. Segundo o blog Curto Circuito “ [...] iremos configurar a tensão de referência do A4988, para isso, será necessário descobrir a corrente máxima atribuída a cada bobina do motor, e aplicá-lo ao calculo $V_{REF} = I_{MAX} * (8 \times R_S) / 2$. [...]”. Por segurança utilizaremos apenas 50% de V_{ref} a fim de manter os equipamentos protegidos de super aquecimentos.

No projeto temos dois tipos de motores com correntes diferentes, no eixo X temos um motor nema 17 de 1.5 A e 2,4 ohm, no eixo Y são dois motores nema 17 de 1,7A e 1,3 ohm.

Com base nessas informações e aplicando na fórmula temos.

Eixo X

$$V_{ref} = I_{max} * (8 * 0,1) / 2$$

$$V_{ref} = 1,5 * (8 * 0,1) / 2$$

$$V_{ref} = 0,6 \text{ V}$$

Eixo Y

$$V_{ref} = I_{max} * (8 * 0,1) / 2$$

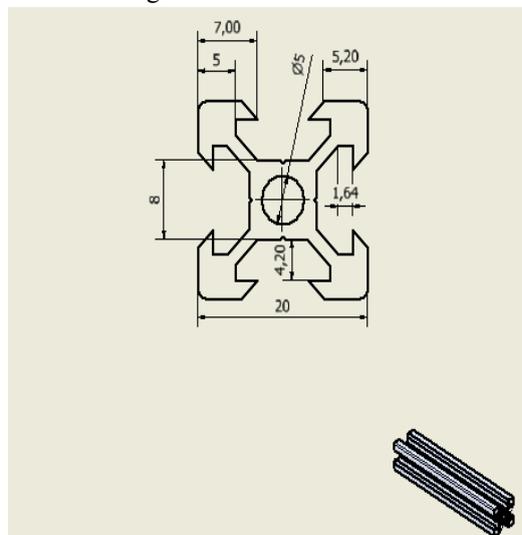
$$V_{ref} = 1,7 * (8 * 0,1) / 2$$

$$V_{ref} = 0,68 \text{ V}$$

9 DESENHO DE PARTES DO PROJETO EM INVENTOR.

Este capítulo mostra desenhos de algumas peças utilizadas no projeto, contendo medidas exatas das mesmas. Na figura 12 podemos ver o rilho do v-slot.

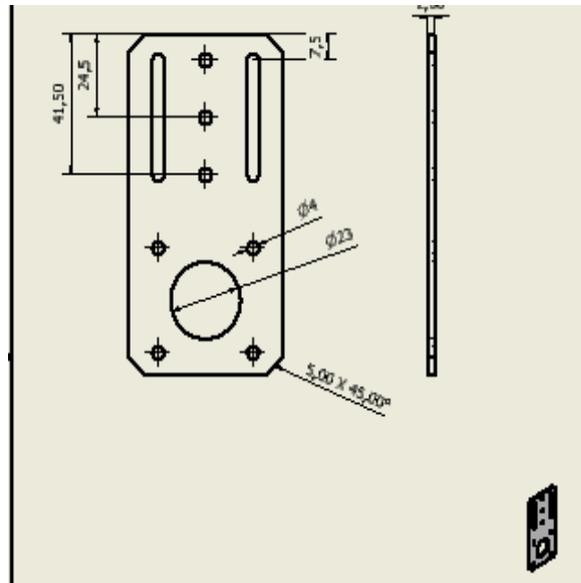
Figura 12 - Trilho 20x20 v-slot



Fonte: Autores (2023).

A Figura 13 mostra o perfil estrutural utilizado, feito em alumínio, trazendo leveza e durabilidade para a máquina.

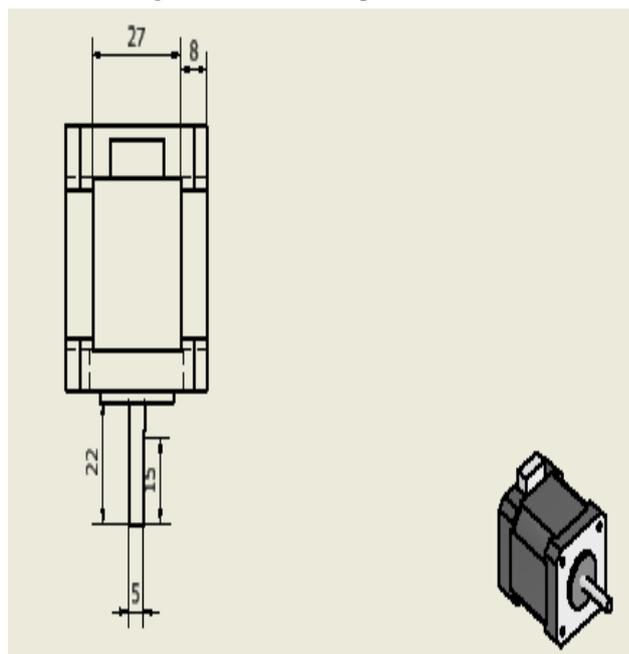
Figura 13 - Suporte motor nema



Fonte: De autoria própria (2023).

Na figura 14 temos o suporte do motor nema feito por encomenda em acrílico de 5 milímetros, o que além de trazer um visual bonito para a máquina também traz leveza por ser um material menos denso.

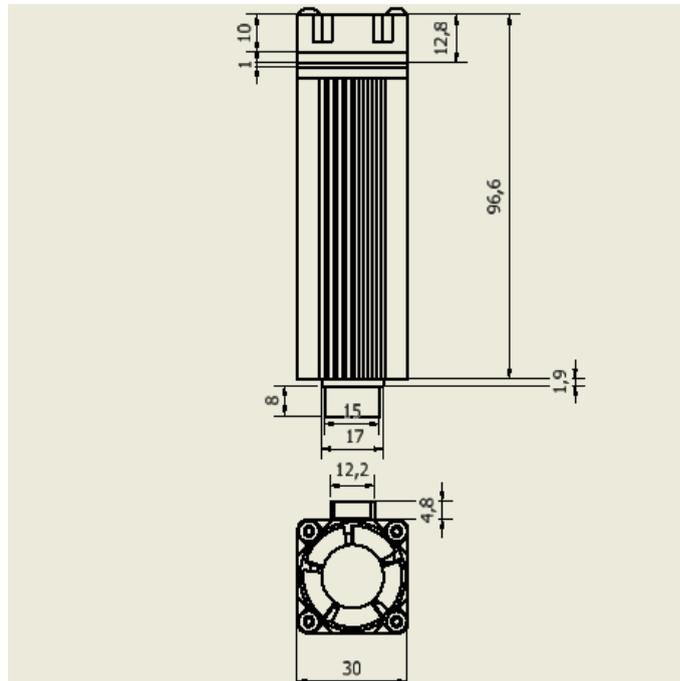
Figura 14 - Motor de passo nema



Fonte: Autores (2023).

Já na figura 15 está retratado o laser.

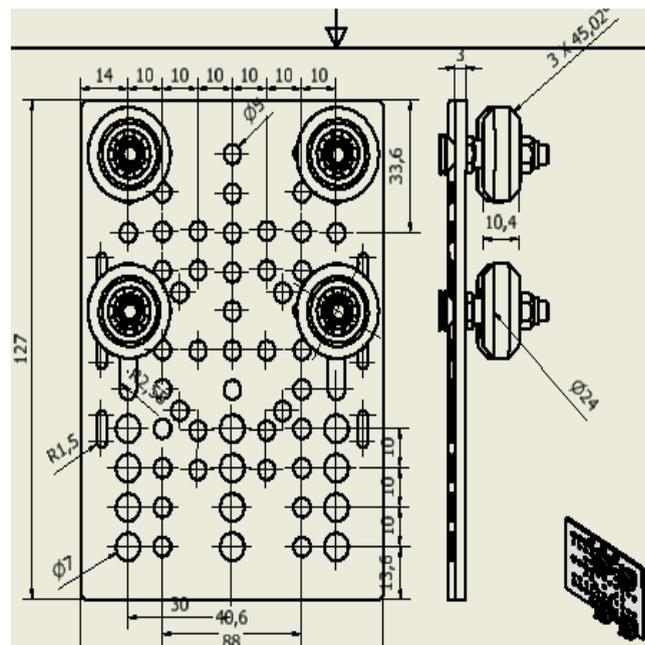
Figura 15 - Laser 40w



Fonte: Autores (2023).

E na figura 16 temos o motor e roldanas.

Figura 16 - Guia 20x80 e roldanas



Fonte: De autoria própria (2023).

10 MATERIAIS E CUSTOS

Na tabela 4 descrevemos os itens, valores e quantidades além do custo total do projeto, incluindo mão de obra e fretes dos itens listados. Lembrando que os valores listados podem sofrer alteração dependendo da localização da pessoa e data em que for adquirir o material, os preços têm como base o ano de 2023 e 2024.

Tabela 4 - Tabela de custos

Tabela de custos do projeto			
Componente	Valor Unitário	Quantidade	Total
Motor de passo Nema 17 4.2 kg	R\$ 70,50	2	R\$ 141,00
Motor de passo Nema 17 2.8 kg	R\$ 51,75	1	R\$ 51,75
Polia Gt2 16 dentes	R\$ 12,35	3	R\$ 37,05
Placa de montagem Nema 17	R\$ 10,12	3	R\$ 30,36
Placa comum para perfil v-slot	R\$ 7,00	4	R\$ 27,60
Módulo Relé	R\$ 6,21	1	R\$ 6,21
Correia GT2	R\$ 10,81	1	R\$ 10,81
Guia ajustável 20x40 com roldana	R\$ 16,24	3	R\$ 48,72
Guia ajustável 20x80	R\$ 4,45	1	R\$ 4,45
Conector Perfil I v-slot	R\$ 42,96	1	R\$ 42,96
Jumper sem aba	R\$ 0,20	10	R\$ 2,00
Perfil v-slot 20x20	R\$ 14,40	5	R\$ 72,00
Módulo laser 30W	R\$ 430,00	1	R\$ 430,00
Fim de Curso	R\$ 8,00	6	R\$ 48,00
Mão de obra e frete	R\$ 380,00	1	R\$ 380
Custo total			R\$ 1.332,91

Fonte: De autoria própria (2024)

11 CRONOGRAMA

Visando melhorar a organização, distribuição de tarefas e otimização do uso do tempo, foi realizado o cronograma de gantt (Figura 20, 21, 22 e 23), descrevendo brevemente as tarefas, as datas realizadas e o progresso.

Figura 19 - Cronograma diagrama de Gantt 1

TAREFA	ATRIBUÍDO PARA	PROGRESSO	INÍCIO	TÉRMINO
ESCOLHA DO PROJETO(SELECIONAR 1,ENTRE 3 PROJETOS)	TODOS	100%	1/8/23	8/8/23
PESQUISAR SOBRE PROJETOS SIMILARES	BRUNO,LUCAS, MATHEUS	100%	8/8/23	15/8/23
PESQUISAR COMPONENTES COMPATIVAIS	LUCAS,RAVEL	100%	1/8/23	22/8/23
PESQUISAR EQUIPAMENTOS DE HARDWARE E SOFTWARE	KAYQUE, WESLEY	100%	15/8/23	5/9/23
PESQUISAR COMPONENTES ESTRUTURAIIS	RAVEL, WESLEY	100%	22/8/23	5/9/23
PESQUISAR ARDUINO E DEFINIR O MAIS APROPRIADO	KAYQUE, VINICIUS	100%	5/9/23	19/9/23
EDITAR E ATUALIZAR CRONOGRAMA DE GANTT	LUCAS, MATHEUS, RAVEL	70%	1/8/23	5/12/23
EDITAR DIARIOS DE BORDO	LUCAS, MATHEUS, RAVEL	70%	1/8/23	5/12/23
PESQUISAR O TIPO DE LASER A SER UTILIZADO	BRUNO, LUCAS, MATHEUS, RAVEL	100%	5/9/23	19/9/23
PESQUISAR PLACA CNC SHIELD E MOTORES DE PASSO	KAYQUE, VINICIUS, WESLEY	100%	5/9/23	19/9/23
INICIAR DOCUMENTAÇÃO (RESUMO E INTRODUÇÃO)	KAYQUE, VINICIUS	100%	19/9/23	10/10/23
REALIZAR RELATÓRIO INTERMEDIARIO DE TCC	TODOS	100%	10/9/23	30/9/23

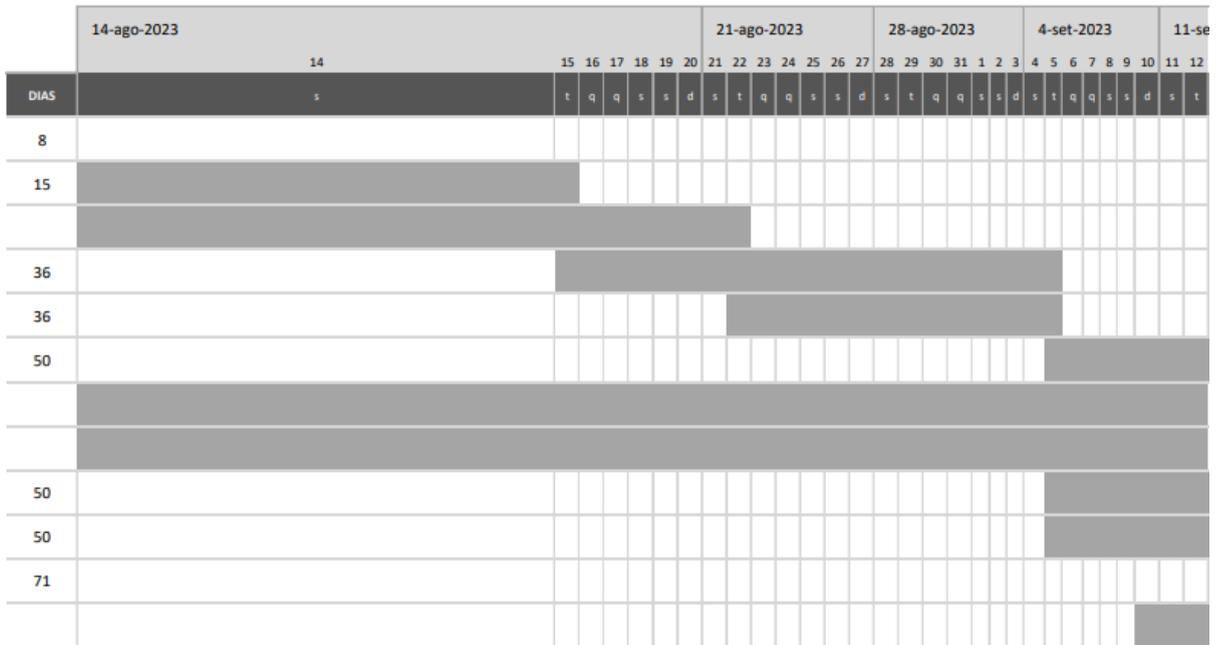
Fonte: Autores (2023).

Figura 20 - Cronograma diagrama de Gantt 2

TAREFA	ATRIBUÍDO PARA	PROGRESSO	INÍCIO	TÉRMINO
DESENHO DA ESTRUTURA	BRUNO	70%	19/9/23	10/10/23
CALCULOS DE DIMENSIONAMENTO ELETRICO	WESLEY	100%	19/9/23	10/10/23
CALCULOS DE DIMENSIONAMENTO MECANICO	KAYQUE	100%	19/9/23	10/10/23
CALCULAR FORÇA NECESSARIA DOS MOTORES DE PASSO E DE SISTEMA DE TRANSMISSÃO	WESLEY, KAYQUE	100%	19/9/23	10/10/23
INICIAR CONSTRUÇÃO DO MANUAL DE INSTRUÇÕES	KAYQUE	25%	1/10/23	15/11/23
CALCULAR CUSTOS DAS PEÇAS	TODOS	10%	1/10/23	1/4/24
DEFINIR CUSTOS DE ESTRUTURA E EQUIPAMENTOS	TODOS	5%	24/9/23	29/9/23
ALIMENTAR O CAIXA DEFINIDO PARA ARRECADAÇÃO DE FUNDOS	TODOS	-	1/9/23	1/5/24
COMPRAR OS COMPONENTES DO PROJETO	TODOS	5%	30/9/23	1/5/24
MONTAGEM DA PARTE ESTRUTURAL	ND	0%	10/10/23	1/5/24
MONTAGEM DA PARTE ELETRICA	ND	0%	10/10/23	1/5/24
CONFIGURAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DO SOFTWARE	ND	0%	10/10/23	1/5/24
REALIZAR PRIMEIROS TESTES	ND	0%	10/10/23	1/5/24

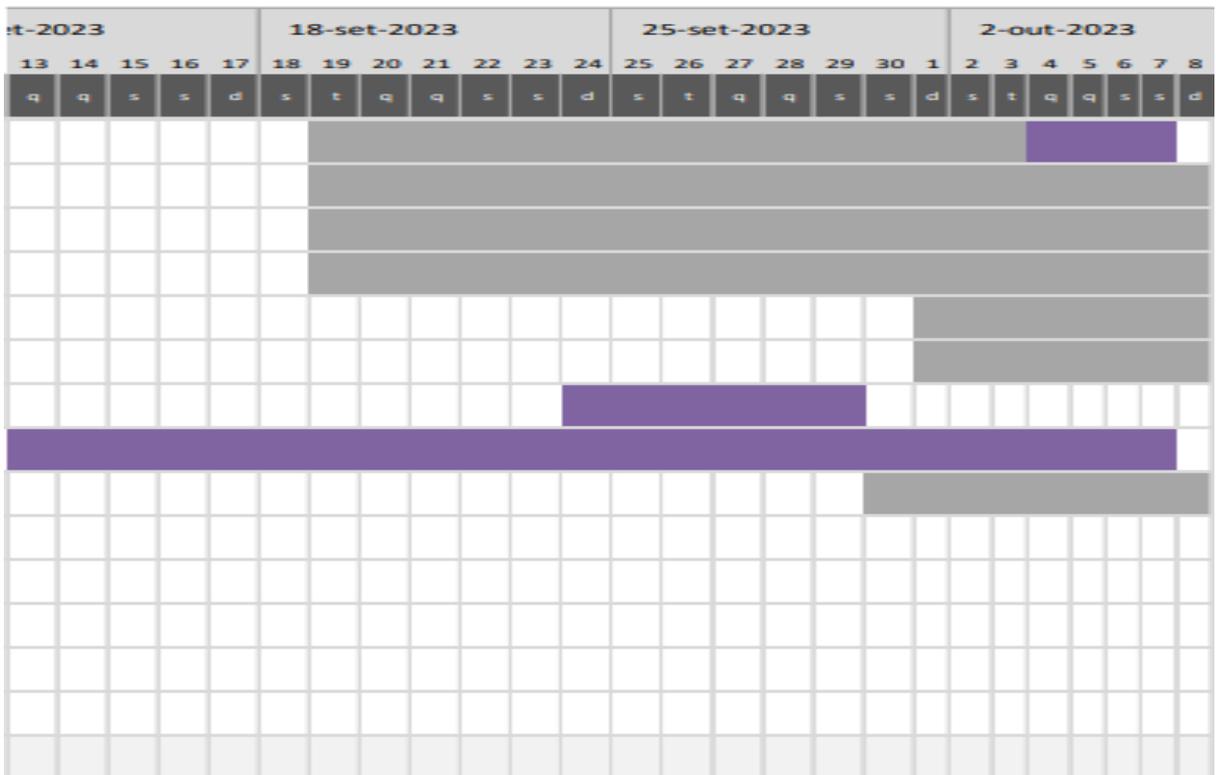
Fonte: Autores (2023).

Figura 21 - Cronograma diagrama de Gantt 3



Fonte: Autores (2023).

Figura 22 - Cronograma diagrama de Gantt 4



Fonte: Autores (2023).

12 CONCLUSÃO

Identificamos desafios significativos ao longo do processo. Estas dificuldades, desde questões técnicas até obstáculos na implementação prática, foram cruciais para a nossa compreensão mais profunda do projeto. Reconhecemos a necessidade de melhorar a precisão de certos parâmetros e otimizar a eficiência operacional.

Além disso, ressaltamos a importância de enfrentar essas dificuldades como oportunidades de aprendizado. A busca por soluções instigou a equipe a aprimorar suas habilidades técnicas e a trabalhar de forma mais colaborativa.

À medida que avançamos para a próxima fase, estamos comprometidos em superar esses desafios, implementar melhorias específicas e garantir um desempenho mais consistente e confiável do laser CNC. Acreditamos que essa abordagem iterativa será fundamental para o sucesso contínuo do projeto

BIBLIOGRAFIA

AVISOB.R. CNC laser: desafios e oportunidades na utilização em pequenas empresas. Toda a matéria, 27 de julho de 2023. Disponível em: <https://avisobr.com/blog/corte-a-laser/cnc-laser-desafios-e-oportunidades-na-utilizacao-em-pequenas-empresas/#:~:text=O%20custo%20de%20aquisi%C3%A7%C3%A3o%20de,equipe%20para%20operar%20esses%20produtos> . Acesso em: 28 de novembro de 2023.

CRAVO, Edilson. O que são motores de passo? 11 de março de 2022. Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/o-que-sao-motores-de-passo/> Acesso em: 31 de agosto de 2023

BLOG Curto-Circuito. Controle de Motor de Passo Nema com Driver A4988. 12 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20Arduino/controle-de-motor-de-passo-nema-driver-a4988#:~:text=Primeiramente%2C%20iremos%20configurar%20a%20tens%C3%A3o,resultando%20em%200%2C96%20V>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

GOBI, Natham, Desenvolvimento de protótipo de máquina cnc de baixo custo para processos de corte e gravação em micro e pequenas empresas, novembro de 2018. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/a0382e3c-7713-47a4-9c25-44415cf9470/content>. Acesso em: 04 de novembro de 2023.

GUSE, Rosana. Comparativo Gravadoras Laser Creality | Entenda qual delas escolher. Toda a matéria, 24 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/comparativo-gravadoras-laser-creality/>. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

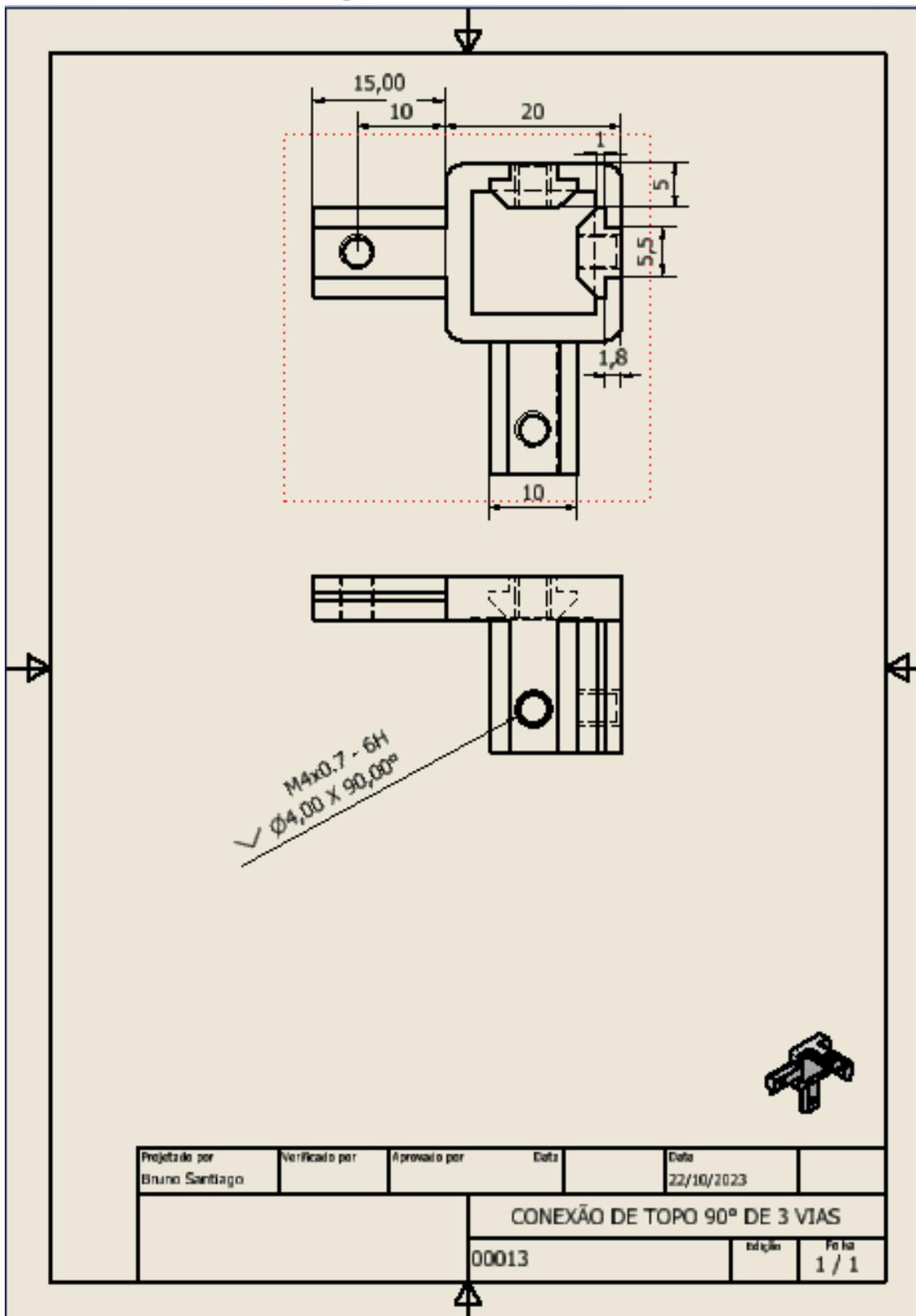
GUSE, Rosana. Como usar Motor de Passo com Driver A4988 e Arduino. 26 DE julho de 2021. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/como-usar-motor-de-passo-com-driver-a4988/#:~:text=O%20A4988%20%C3%A9%20um%20popular,do%20motor%2C%20p%20ermitindo%20movimentos%20precisos>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

LEE, DAVID. A diferença entre diferentes tipos de gravadores a laser. Toda a matéria, 19 de outubro 2023. Disponível em: <https://commarker.com/pt/the-difference-between-different-types-of-laser-engravers/>. Acesso em 20 de novembro de 2023.

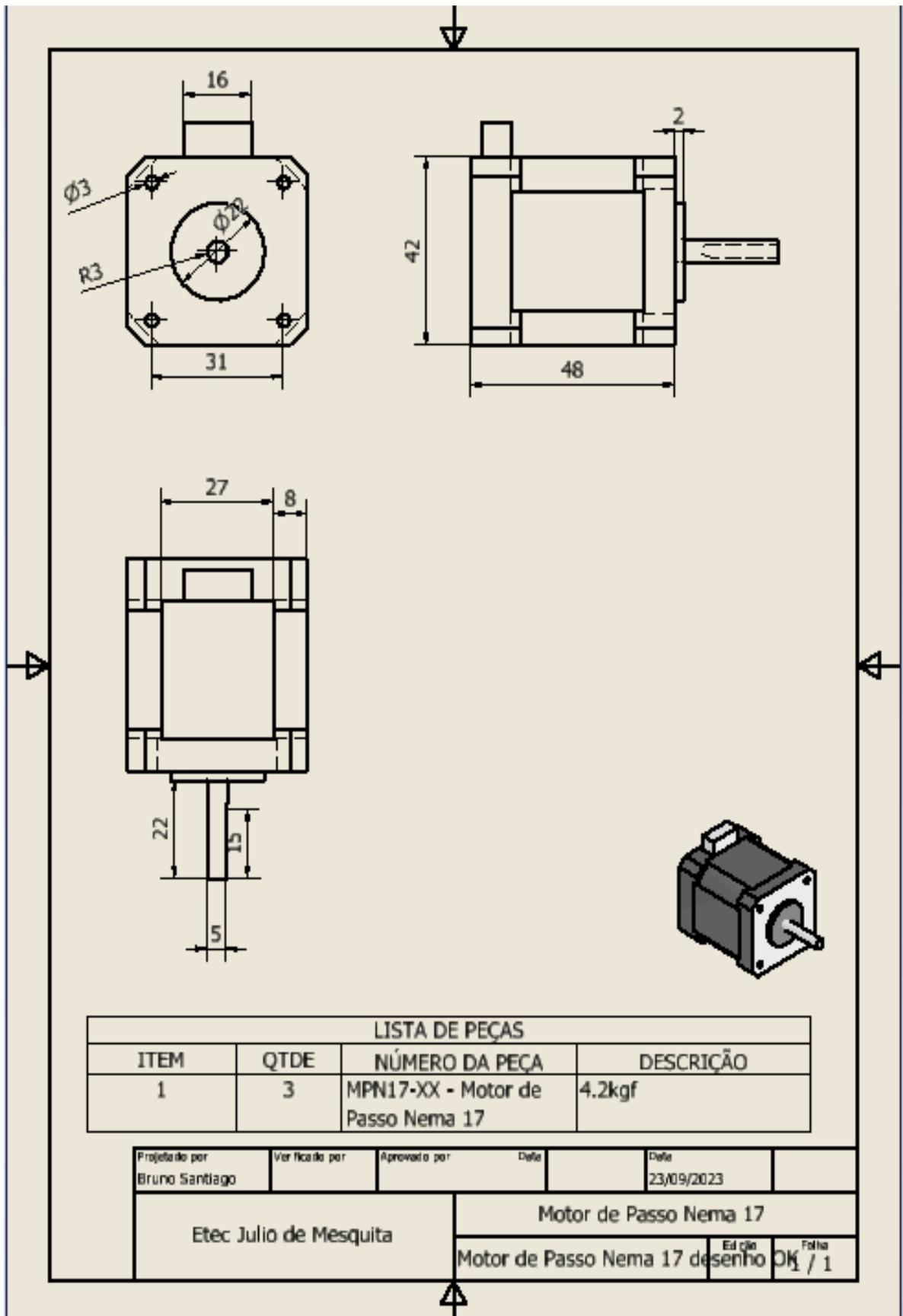
MATTEDE, HENRIQUE. Torque ou momento de força, como calcular?. S.D, disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/torque-ou-momento-de-forca-como-calcular/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2024.

MARTINS, Samuel. CNC Shield: Guia Prático e Introdução ao GRBL. 13 de abril de 2021. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/cnc-shield-guia-pratico-e-introducao-a-o-grbl/> Acesso em: 20 de agosto de 2023.

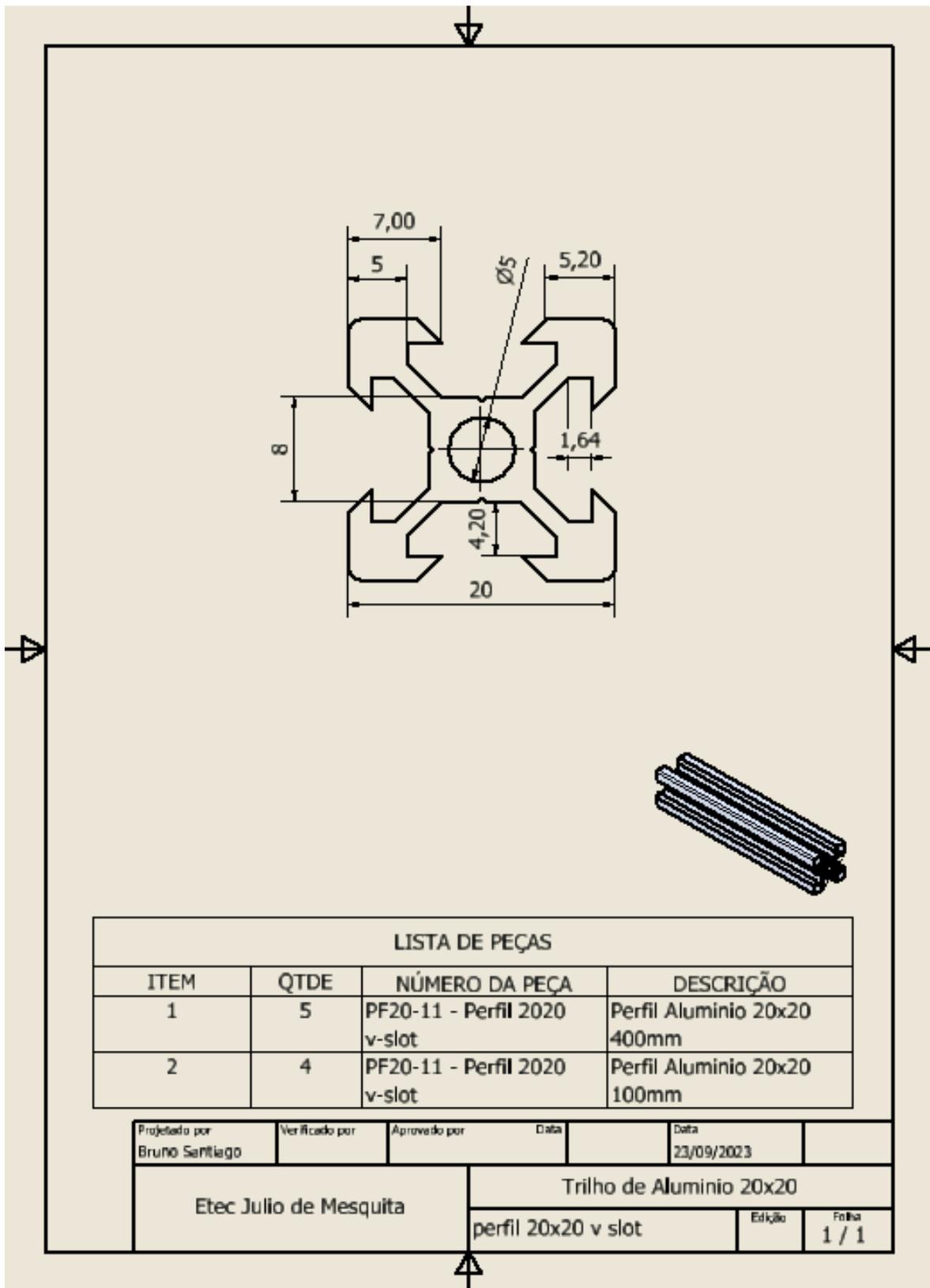
APÊNDICE A - Conexão de topo 90°



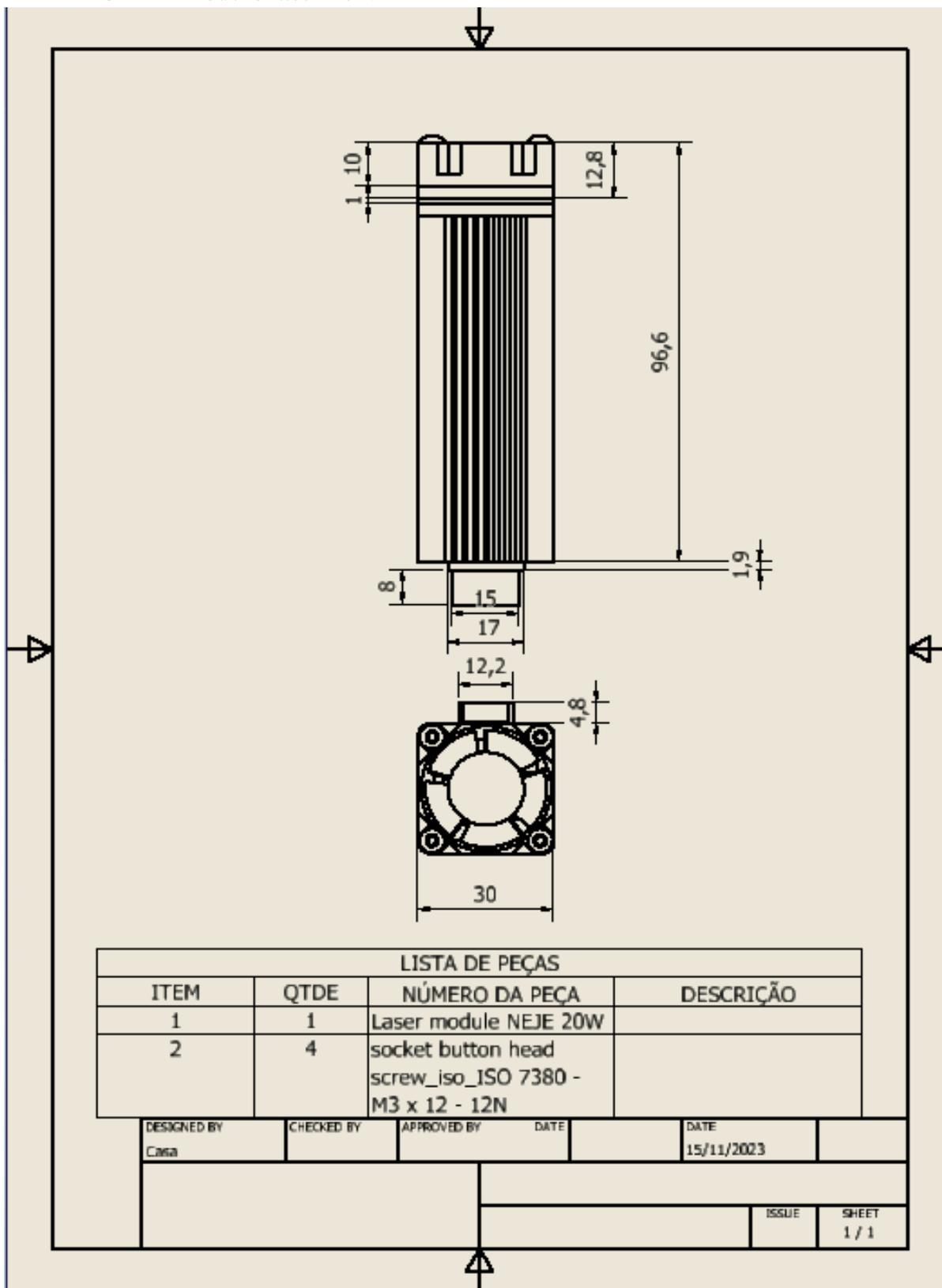
APÊNDICE B - Motor nema 17



APÊNDICE C - Guia V-slot 20x20



APÊNDICE D - Modulo laser 40W



APÊNDICE F - *Manual técnico de uso e manutenção*
CENTRO PAULA SOUZA ETEC JULIO DE MESQUITA
Mecatrônica

BRUNO NASCIMENTO SANTIAGO
KAYQUE MAGALHÃES
LUCAS DOS SANTOS MORBECK SOUZA
MATHEUS DAVID SANTIAGO DA SILVA
RAVEL MAGNO ARAUJO
VINICIUS SANTOS DA SILVA
WESLEY VILARINDO DE OLIVEIRA

MANUAL TÉCNICO: LASER DIDÁTICO CNC

SANTO ANDRÉ
2024

BRUNO NASCIMENTO SANTIAGO
KAYQUE MAGALHÃES
LUCAS DOS SANTOS MORBECK SOUZA
MATHEUS DAVID SANTIAGO DA SILVA
RAVEL MAGNO ARAUJO
VINICIUS SANTOS DA SILVA
WESLEY VILARINDO DE OLIVEIRA

MANUAL TÉCNICO: LASER DIDÁTICO CNC

Manual Técnico do Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para obtenção do
Diploma Técnico em Mecatrônica.

Orientador: Janaina

SANTO ANDRÉ
2024

DEDICATÓRIA

Dedicamos aos nossos queridos professores, cujos conhecimentos e orientações foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Às nossas amadas famílias, pelo constante apoio, compreensão e incentivo ao longo desta jornada acadêmica. Aos colegas de classe, companheiros de desafios e conquistas, que tornaram esta caminhada mais enriquecedora e memorável. Este trabalho é dedicado a todos vocês, que foram peças-chave na construção deste capítulo das nossas vidas. Muito obrigados pelo apoio incondicional e pela inspiração constante.

AGRADECIMENTOS

Queridos Professores,

Vocês foram mais que um guia nesta trajetória rumo à minha formação técnica em mecatrônica; foram verdadeiros mentores. Suas orientações perspicazes, sabedoria incansável e apoio constante foram a bússola que iluminou os caminhos desafiadores que percorremos. Expressamos nosso prazer em agradecer especialmente por compartilhar não apenas seus conhecimentos, mas também a paixão pela mecatrônica, uma chama que incendiou minha determinação para alcançar novos patamares.

À minha amada família, presente em todos os momentos desta jornada, expresso minha profunda gratidão. Seu amor incondicional, coragem e compreensão foram o alicerce que sustentou cada passo. Cada conquista é tão de vocês quanto minha, e dedico este trabalho como um testemunho do quanto sua presença foi a força motriz dos meus sonhos. Este trabalho transcende a mera formalidade acadêmica; é a celebração de uma jornada repleta de desafios, aprendizados enriquecedores e crescimento pessoal. Aos meus estimados professores e familiares, minha eterna gratidão por serem a base sólida do meu sucesso.

Com nossos sinceros agradecimentos.

RESUMO

O manual técnico fornece uma abordagem abrangente sobre a máquina CNC de corte a laser, detalhando seu funcionamento, montagem, utilização e manutenção. Explica-se minuciosamente o processo de instalação, destacando as etapas essenciais para garantir a correta operação do equipamento. Em relação ao funcionamento, o manual oferece uma visão detalhada das capacidades da máquina, incluindo o papel fundamental desempenhado pelos elementos-chave, como Arduino, motores de passo e a estrutura em V-Slot.

Ao abordar o uso da máquina, o manual orienta o operador sobre as práticas seguras, configurações ideais e potenciais personalizações para atender às necessidades específicas. Além disso, fornece informações detalhadas sobre a manutenção preventiva e corretiva, visando garantir a durabilidade e eficiência contínua do equipamento ao longo do tempo. Este manual técnico serve como um guia abrangente, capacitando os usuários a compreenderem, montarem, operarem e manterem a máquina CNC de corte a laser de maneira eficaz.

ABSTRACT

A technical manual provides a comprehensive approach to the laser cutting CNC machine, detailing its operation, assembly, use, and maintenance. The installation process is meticulously explained, highlighting the essential steps to ensure the correct operation of the equipment. Regarding the operation, the manual offers a detailed overview of the machine's capabilities, including the crucial role played by key elements such as Arduino, stepper motors, and the V-Slot structure.

When addressing the machine's use, the manual guides the operator on safe practices, optimal settings, and potential customizations to meet specific needs. Additionally, it provides detailed information on preventive and corrective maintenance, aiming to ensure the durability and continuous efficiency of the equipment over time. This technical manual serves as a comprehensive guide, empowering users to understand, assemble, operate, and maintain the laser cutting CNC machine effectively.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Configurações do software.....	6
Figura 2 – Pagina inicial do programa.....	7
Figura 3 – Conexão.....	8
Figura 4 – Conexão 2.....	8
Figura 5 – Confirmação de conexão.....	9
Figura 6 – Abrir arquivo.....	9
Figura 7 – Seleção de arquivo.....	10
Figura 8 – Preparação de imagem.....	10
Figura 9 – Edição de imagem.....	11
Figura 10 – Tipo de imagem.....	11
Figura 11 – Pré programação de trabalho.....	12
Figura 12 – Iniciando trabalho.....	12

LISTA DE COMPONENTES

1. 02 Motores de passo Nema 17 4.2KG
2. 01 Motor de passo Nema 17 2.8KG
3. 03 Polia Gt2 16 dentes
4. Placa de montagem nema 17 04 Placa comum para perfil V-slot
5. 01 Módulo Rele
6. 05m Correia GT2
7. 10 Conectores perfil v-slot 10 Jumper sem aba
8. 05 Perfil v-slot 20x20 01 Modulo laser 40W 6 Fim de curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 BREVE INTRODUÇÃO DA MÁQUINA DE MARCAÇÃO E CORTE A LASER....	1
1.2 PRINCÍPIOS DE TRABALHO DA MÁQUINA DE MARCAÇÃO DE CORTE A LASER.....	1
2 PROTEÇÃO E SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO	2
2.1 INSTRUÇÕES CONVENCIONAIS DE SEGURANÇA.....	2
2.2 TIPO DE SEGURANÇA DA FONTE DE LASER.....	2
2.3 OS DANOS DO LASER.....	2
2.4 RISCO DE EXPLOÇÃO E INCÊNDIO.....	2
2.5 SEGURANÇA ELÉTRICA.....	2
2.6 MARCAS DE ADVERTÊNCIA E ETIQUETAS NA SALA DE TRABALHO.....	4
3 INTRODUÇÃO À FONTE DE LASER	4
3.1 BOM MONOCROMÁTICO.....	4
3.2 BOA COERÊNCIA.....	4
3.3 BOA DIRETIVIDADE.....	4
3.4 ALTO BRILHO.....	5
4 SOBRE O SOFTWARE	5
4.1 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE E MÁQUINA.....	7
4.1.1 INSTALAÇÃO.....	7
4.1.2 LIGANDO SUA MÁQUINA.....	7
4.1.3 PRIMEIROS PASSOS COM O SOFTWARE.....	7
5 MANUTENÇÃO	13
5.1 ÓPTICA DO LASER:.....	13
5.2 SISTEMA DE RESFRIAMENTO.....	13
5.3 SISTEMA MECÂNICO.....	13
5.4 SISTEMA ELÉTRICO.....	13
5.5 CALIBRAÇÃO.....	14

1 INTRODUÇÃO

1.1 BREVE INTRODUÇÃO DA MÁQUINA DE MARCAÇÃO E CORTE A LASER

Máquinas de gravação a laser de diodo são dispositivos versáteis que utilizam a tecnologia de diodos semicondutores para gerar feixes de laser. Estes lasers emitem luz na faixa de comprimento de onda de 405 nm a 450 nm (na faixa visível e ultravioleta do espectro eletromagnético), tornando-os ideais para gravação, marcação e corte em uma variedade de materiais, incluindo plásticos, madeira, couro, papel e alguns metais revestidos.

A principal característica das máquinas de gravação a laser de diodo é a sua precisão. Devido ao comprimento de onda curto do laser de diodo, elas podem criar detalhes finos e gravações de alta resolução em superfícies diversas. Além disso, essas máquinas são conhecidas por sua velocidade e eficiência em comparação com outros tipos de lasers.

As máquinas de gravação a laser de diodo são frequentemente usadas em aplicações de marcação e gravação, como personalização de produtos, fabricação de placas, etiquetas e sinalizações, bem como em indústrias de joalheria e eletrônicos para marcar códigos em componentes pequenos.

Por serem compactas e consumirem menos energia do que outros tipos de lasers, as máquinas de gravação a laser de diodo também são populares em pequenas empresas, oficinas e laboratórios, onde são valorizadas pela sua facilidade de uso, manuseio e manutenção.

1.2 PRINCÍPIOS DE TRABALHO DA MÁQUINA DE MARCAÇÃO DE CORTE A LASER

As máquinas de corte a laser de diodo funcionam com base no princípio básico da amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (LASER, sigla em inglês para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). No caso das máquinas de corte a laser de diodo, o laser é gerado por meio de diodos semicondutores.

Produção de Laser:

- Diodos Semicondutores: Esses dispositivos eletrônicos produzem luz quando uma corrente elétrica passa por eles. Em tal situação, diodos semicondutores específicos são usados para produzir luz na faixa de comprimento de onda adequada para gravação e corte.

Emissão de Radiação Estimulada:

- Estímulo dos Átomos: Quando uma corrente elétrica é aplicada aos diodos semicondutores, os átomos dentro do diodo são estimulados, resulta na liberação de fótons, são partículas de luz.

Amplifica a Luz:

- Reflexão Interna: Dentro do diodo, dois espelhos refletem os fótons liberados. Quando isso é feito, mais átomos são estimulados a liberar fótons, que resulta uma cascata de emissão estimulada.
- Amplificação: Quando mais fótons são liberados, a luz é amplificada. Isso estimula outros átomos a fazer o mesmo. O feixe de luz é extremamente concentrado e coerente porque o número de fótons aumenta exponencialmente.
- Focalização do Feixe: Lentes e Espelhos: O feixe de laser é direcionado por lentes e espelhos para se concentrar em um ponto extremamente pequeno e altamente concentrado na superfície do material a ser gravado ou cortado.
- Interação com o Material: Absorção de Energia: o material absorve a energia concentrada no ponto focal do feixe de laser.
- Corte ou Marcação: O feixe de laser de alta energia pode vaporizar ou derreter.

2 PROTEÇÃO E SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO

2.1 INSTRUÇÕES CONVENCIONAIS DE SEGURANÇA:

A máquina de marcação a laser de fibra é especialmente projetada para reduzir a ocorrência de eventos acidentais expostos a radiações perigosas.

AVISO

A operação, ajuste ou controle que não esteja conforme as instruções deste manual pode

levar a uma radiação perigosa. Portanto, é necessário estar totalmente familiarizado com todos os requisitos de segurança e etapas de operação antes do manuseio da manutenção do sistema da máquina.

Para garantir uma operação segura e desempenho óptico da máquina, siga os cuidados e advertências.

Cuidado: Certifique-se de que a entrada seja de 220 V antes de ligar a máquina a laser a energia elétrica.

Observe que a entrada de tensão incorreta pode causar danos ao equipamento.

2.2 TIPO DE SEGURANÇA DA FONTE DE LASER

A fonte de laser aplicada na máquina de marcação a laser de fibra pertence à classe de segurança

Se usar inadequadamente, causará danos ao corpo humano. Os usuários devem tomar medidas de proteção conforme os requisitos deste manual.

O comprimento de onda do laser da fonte do laser é de 1064 nm. A taxa de potência máxima não é mais de 30W.

Evite a exposição direta dos olhos ou da pele à radiação laser.

2.3 OS DANOS DO LASER

A saída do laser é uma luz infravermelha invisível. Mesmo que se desvie da distância focal, pode causar queima de grau III.

A saída do dispositivo consiste em radiação visível e invisível. É prejudicial para os olhos das pessoas.

2.4 RISCO DE EXPLOSÃO E INCÊNDIO

A máquina de marcação a laser de fibra não é adequada para uso em substâncias inflamáveis e explosivas nem em ambientes com solventes voláteis, como álcool, gasolina, etc.

2.5 SEGURANÇA ELÉTRICA

A máquina de marcação a laser de fibra não deve ser desmontada em casa pois há alta pressão no dispositivo, podendo causar danos ao corpo humano. Em caso de problemas com a máquina, apenas o engenheiro profissional e técnico podem abrir a máquina.

2.6 MARCAS DE ADVERTÊNCIA E ETIQUETAS NA SALA DE TRABALHO

Na sala de trabalho da máquina, a etiqueta de advertência “Cuidado com o laser” deve ser marcada em posição de destaque e visibilidade para todos.

3 INTRODUÇÃO À FONTE DE LASER

Quando alguns materiais são estimulados, seus átomos ou moléculas são distribuídos mais em alto nível de energia do que de baixo nível, de modo que o material possa irradiar com a frequência correspondente da diferença do nível de energia. Palavra em inglês “laser” — é um significado referente a amplificação por emissão estimulada de radiação. O laser é composto de um meio de trabalho e uma fonte de bomba fechada na câmara. A fonte da bomba bombeia o meio de trabalho do estado fundamental de energia para o estado ativo. Se “inversão de população” acontece entre dois níveis, a radiação estimulada (ou seja, fótons) é formada. Os fótons são amplificados por ressonância e refletidos para frente e para trás na cavidade óptica. Algumas radiações eletromagnética amplificadas formam o laser.

Comparado com outras fontes de luz, o laser tem as características de um bom monocromático, boa coerência, boa diretividade e alto brilho.

3.1 BOM MONOCROMÁTICO

A luz emitida por uma fonte de luz comum inclui uma ampla faixa de comprimento de onda, já que a luz do sol contém todos os comprimentos de onda da luz visível, mas o laser é único comprimento de onda cuja largura da linha espectral é muito estreita, geralmente de centenas de nanômetros a vários micrômetros. Em comparação com a luz comum, sua largura de linha espectral é mais estreita em várias ordens de magnitude.

3.2 BOA COERÊNCIA

A amplitude do feixe de laser sobreposto é estável. Durante muito tempo, a relação de fase da onda de luz permanece inalterada. Isso não pode ser alcançado por qualquer outra fonte de luz.

3.3 BOA DIRETIVIDADE

A luz emitida pela fonte de luz comum diverge em todas as direções, ou seja, o feixe é

amplo. Porém, o ângulo de divergência do laser é muito pequeno, que geralmente é de alguns mili radianos.

3.4 ALTO BRILHO

O feixe de laser pode focar por meio de um sistema óptico (como uma lente) em uma área muito pequena, o que faz com que o laser tenha brilho.

4 **SOBRE O SOFTWARE**

A máquina de gravação a laser utiliza o software LaserGRBL V5.4.0, um software livre de fácil utilização. A seguir, apresentamos as configurações que já foram devidamente preparadas, bem como um guia passo a passo sobre como utilizar o programa.

Configuração

Figura 1 – Configurações do software

Configuração	Valor	Descrição
\$0	10	Step pulse time
\$1	25	Step idle delay
\$2	0	Step pulse invert
\$3	0	Step direction invert
\$4	0	Invert step enable pin
\$5	0	Invert limit pins
\$6	0	Invert probe pin
\$10	3	Status report options
\$11	0.010	Junction deviation
\$12	0.002	Arc tolerance
\$13	0	Report in inches
\$20	0	Soft limits enable
\$21	0	Hard limits enable
\$22	0	Homing cycle enable
\$23	0	Homing direction invert
\$24	25.000	Homing locate feed rate
\$25	500.000	Homing search seek rate
\$26	250	Homing switch deboun...
\$27	1.000	Homing switch pull-off ...
\$100	25.000	X-axis travel resolution
\$101	25.000	Y-axis travel resolution
\$102	250.000	Z-axis travel resolution
\$110	5500.000	X-axis maximum rate
\$111	5500.000	Y-axis maximum rate
\$112	5500.000	Z-axis maximum rate
\$120	50.000	X-axis acceleration
\$121	50.000	Y-axis acceleration
\$122	50.000	Z-axis acceleration
\$130	400.000	X-axis maximum travel
\$131	400.000	Y-axis maximum travel
\$132	200.000	Z-axis maximum travel

Fechar Exportar Importar Salvar

Fonte: Elaboração própria (2023)

4.1 UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE E MÁQUINA

4.1.1 INSTALAÇÃO.

Com a máquina você recebeu um pen drive que contém o programa que irá utilizar, a instalação é simples, você irá apenas arrastar todas as pastas para sua área de trabalho.

Para melhor organização crie uma pasta específica para colocar o programa.

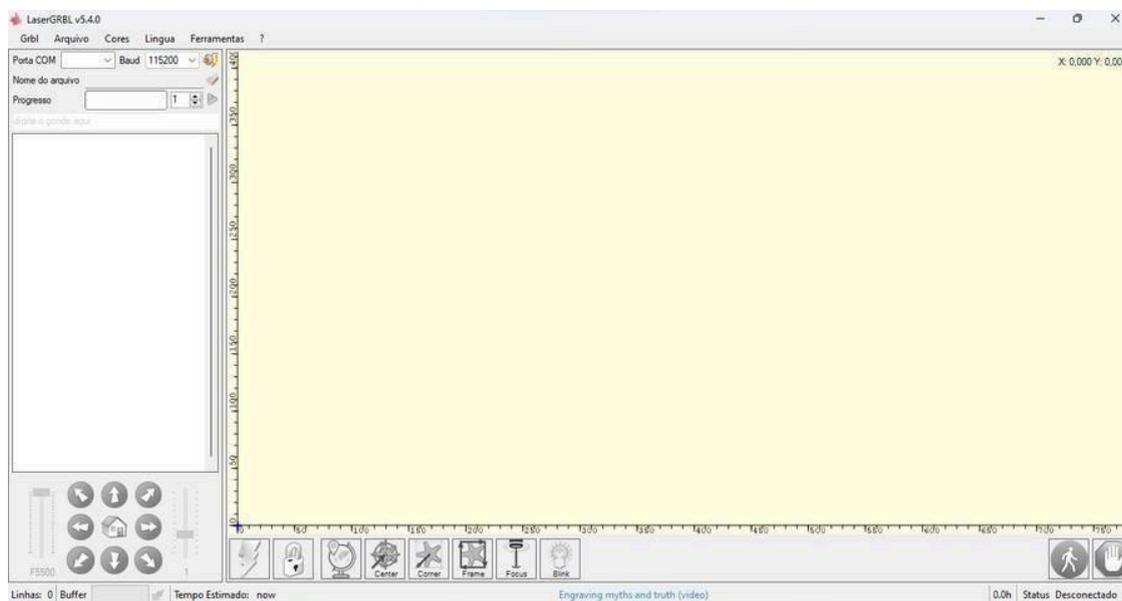
4.1.2 LIGANDO SUA MÁQUINA.

Antes de abrir o programa, prepare um ambiente adequado para trabalhar. Coloque sua máquina devidamente posicionada em uma mesa plana. Ligue a fonte em uma tomada de 110V. Conecte o cabo USB da máquina em seu notebook ou computador; Lembre-se de SEMPRE utilizar os EPI's.

4.1.3 PRIMEIROS PASSOS COM O SOFTWARE.

Ao abrir o programa Laser GRBL, você irá se deparar com a seguinte página.

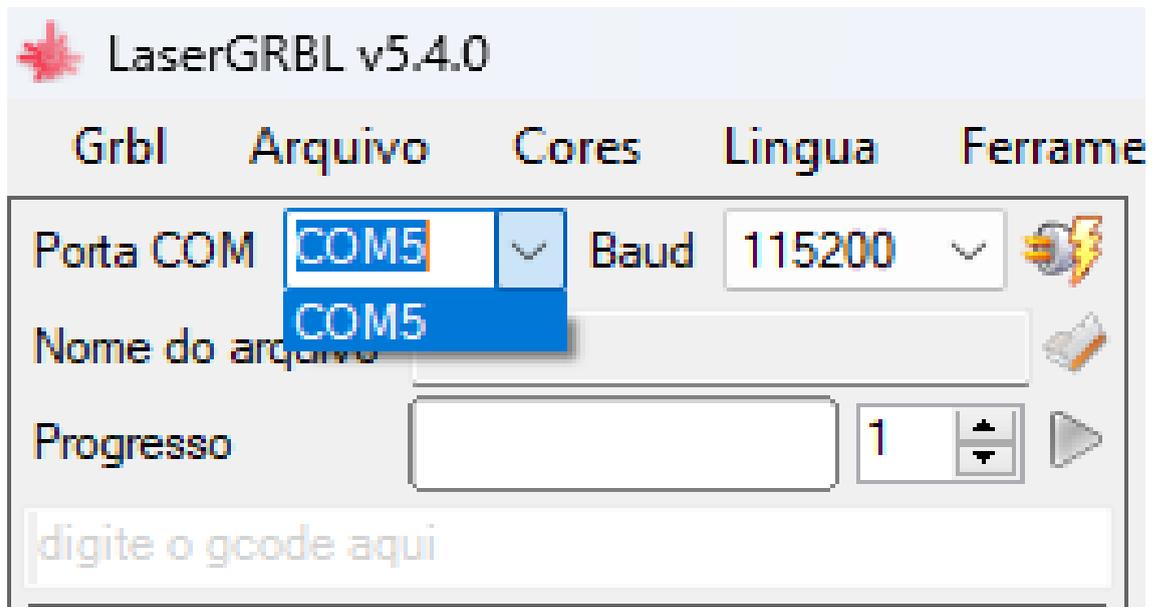
Figura 2 – Pagina inicial do programa



Fonte: Elaboração própria (2023)

Com sua máquina ligada você irá estabelecer a comunicação entre ela e o software. Selecione a porta COM5.

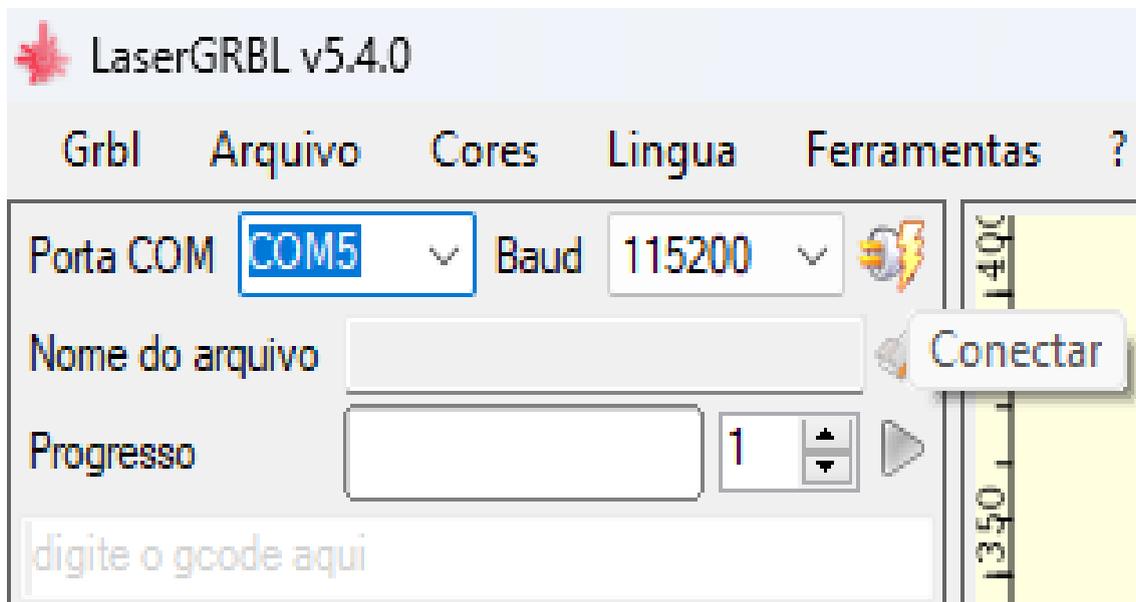
Figura 3 – Conexão



Fonte: Elaboração própria (2023).

Clique em conectar. (Desenho de raio)

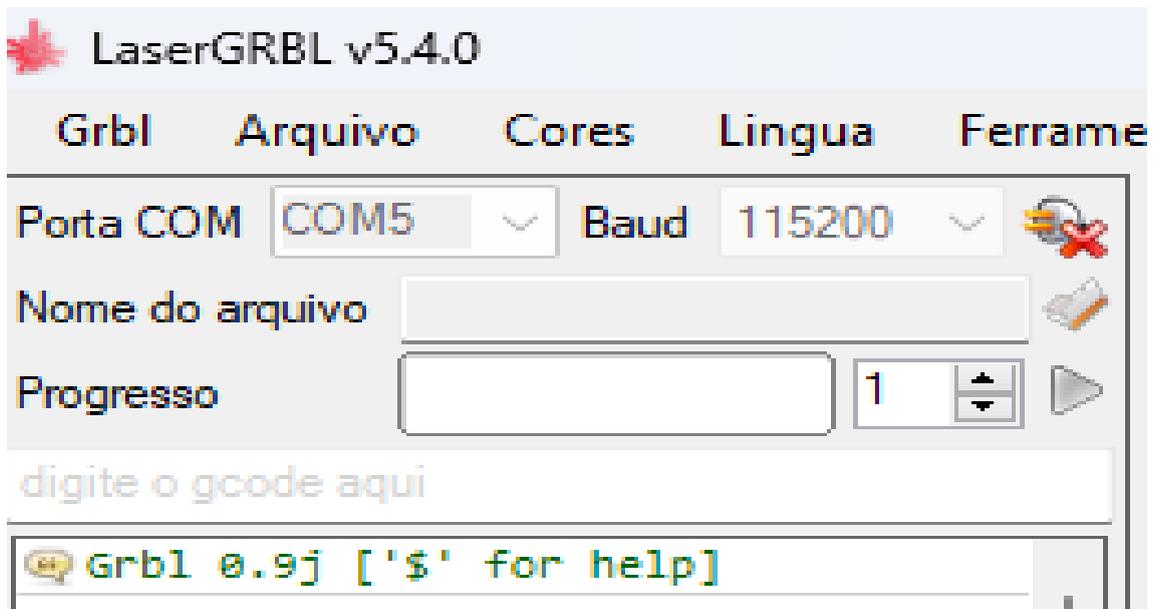
Figura 4 – Conexão 2



Fonte: Elaboração própria (2023).

Após estabelecer a conexão, a seguinte mensagem aparecerá na tela de códigos do programa.

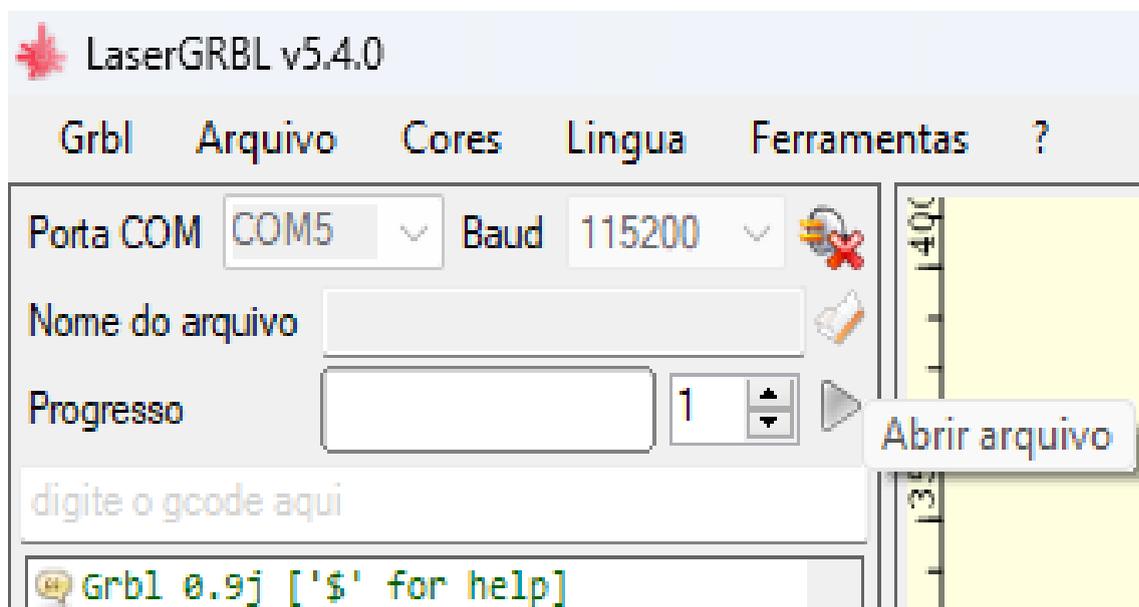
Figura 5 – Confirmação de conexão



Fonte: Elaboração própria (2023).

Para selecionar uma imagem para fazer sua primeira gravação, clique em “abrir arquivo” (Desenho de livro).

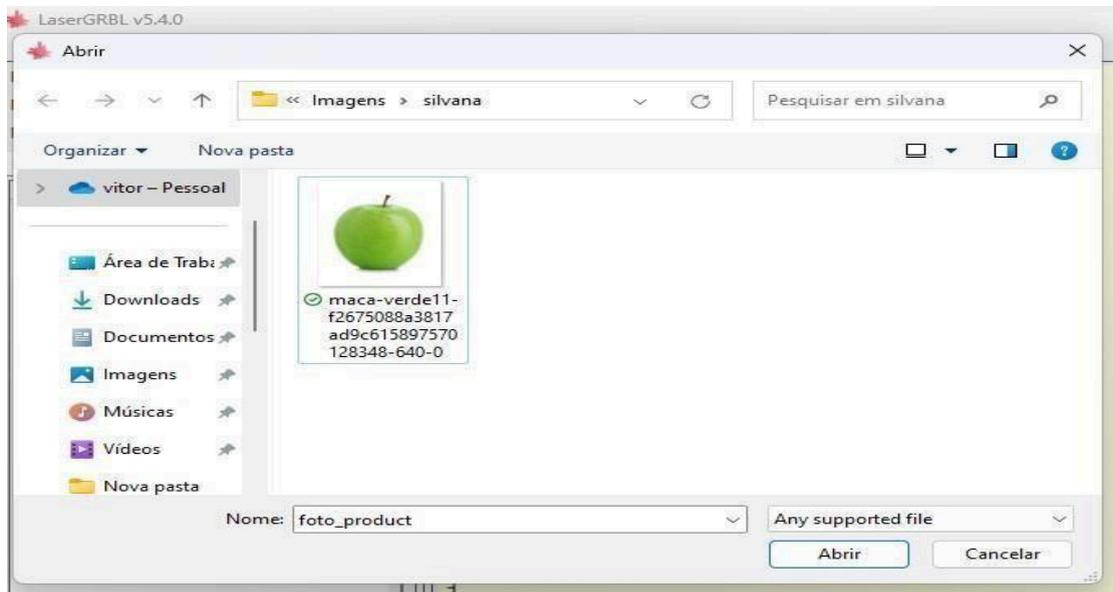
Figura 6 – Abrir arquivo



Fonte: Elaboração própria (2023).

Irá abrir uma janela onde você selecionará a imagem de seus arquivos que deseja efetuar a gravação.

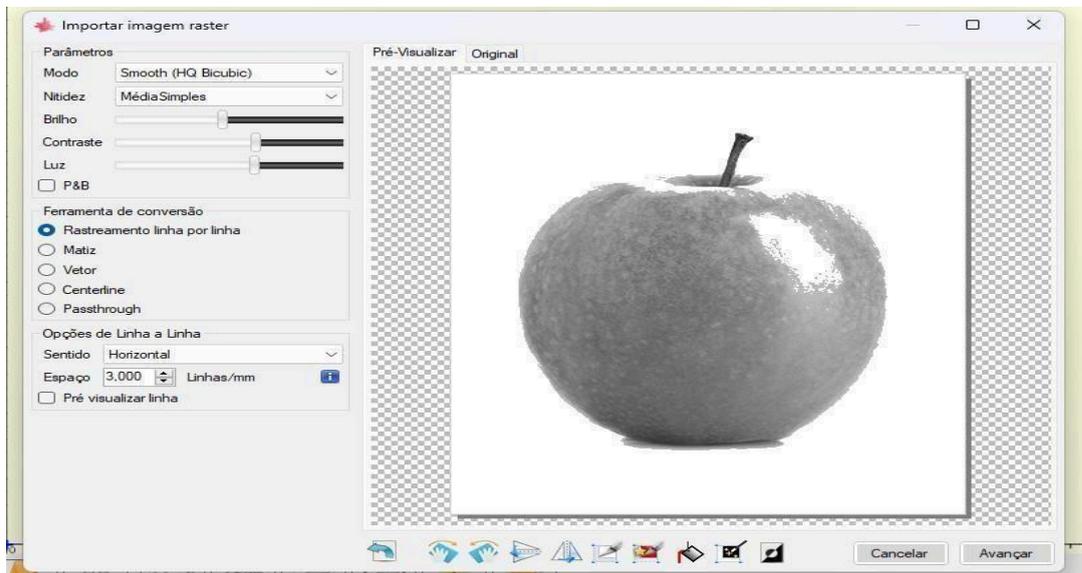
Figura 7 – Seleção de arquivo



Fonte: Elaboração própria (2023).

Selecione a imagem desejada e clique em abrir. Irá aparecer uma janela para você preparar a imagem para a gravação.

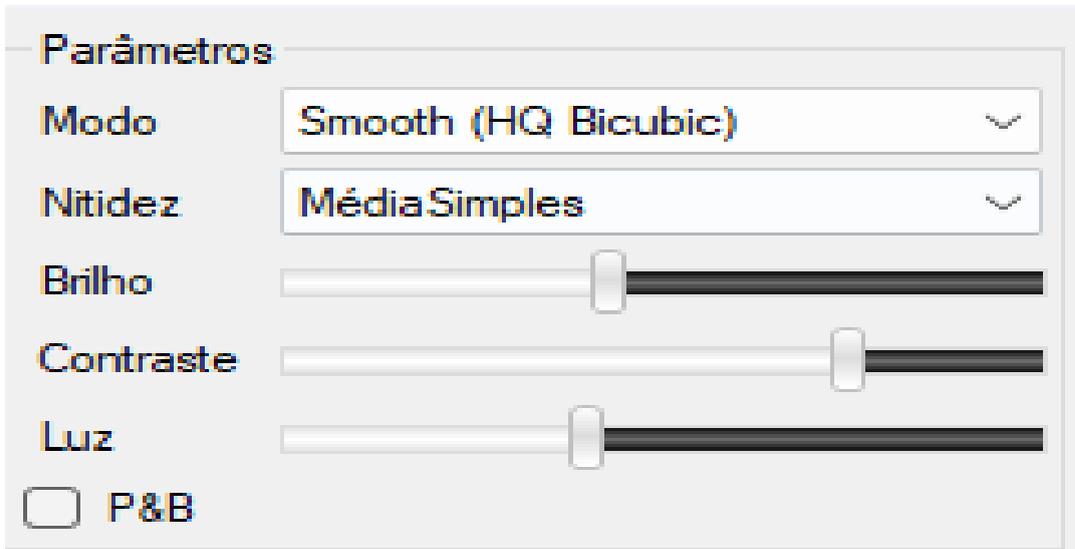
Figura 8 – Preparação de imagem



Fonte: Elaboração própria (2023).

Nessa janela você irá efetuar a edição da imagem para ter a qualidade desejada utilizando as opções de Parâmetro, podendo modificar a nitidez, brilho, sobre e luz.

Figura 9 – Edição de imagem.

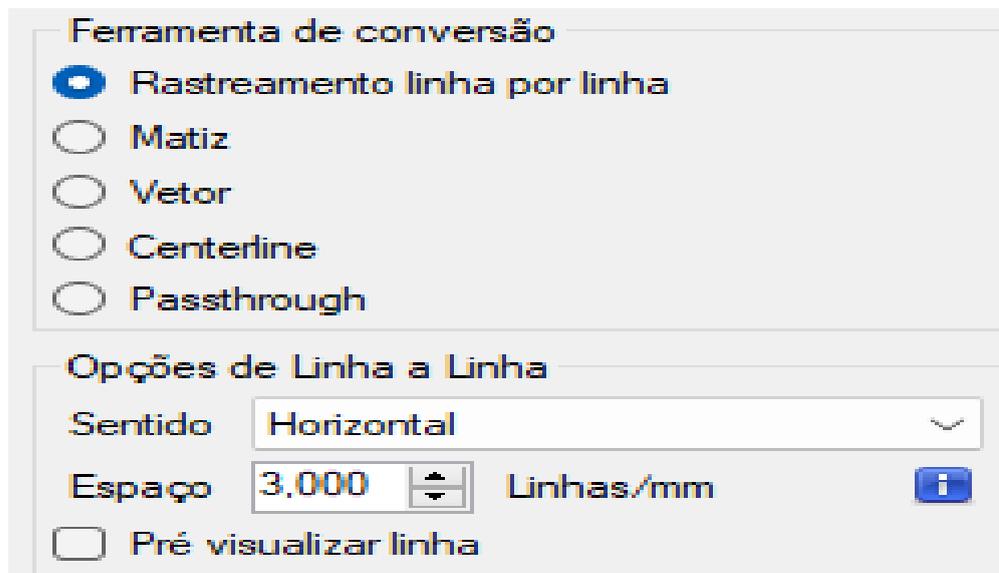


Fonte: Elaboração própria (2023)

Em ferramentas de conversão você poderá mudar o tipo de imagem a ser gravada, podendo ser alterada entre Rastreamento linha por linha, Matiz, Vetor, Centerline, Passthrough. Pedimos que para ter uma melhor qualidade na gravação utilize o modo Rastreamento Linha por Linha.

Ao utilizar o modo Rastreamento Linha por Linha selecione o sentido Vertical e o espaçamento que preferir, mas lembre-se que o espaçamento entre linhas ira resultar tanto na qualidade quanto no tempo de gravação. Com tudo selecionado, clique em avançar.

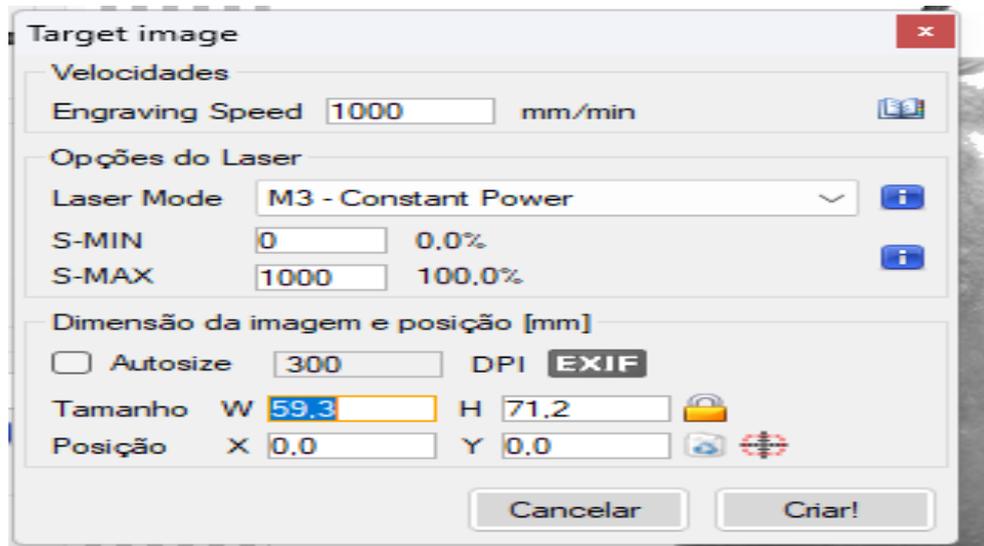
Figura 10 – Tipo de imagem



Fonte: Elaboração própria (2023)

Uma nova tela irá ser aberta pelo programa, nela você irá configurar algum parâmetro relacionado ao laser, como velocidade de gravação, potência e dimensões da imagem a ser gravada.

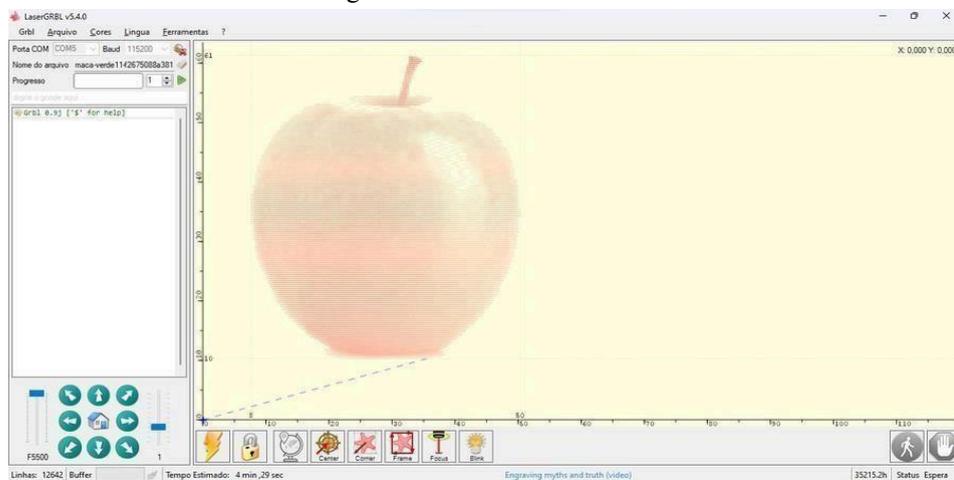
Figura 11 – Pré-programação de trabalho



Fonte: Elaboração própria (2023)

Opções como velocidade e potência de gravação serão alterados conforme o material a ser gravado, no final do manual contém uma tabela com potência e velocidade para cada material. Em Opções do laser você encontrará duas opções M3 e M4, por norma será utilizado M3 para corte e imagens sem degrade, e M4 para imagens com degrade. Clique em criar, para a imagem ser finalmente finalizada.

Figura 12 –Iniciando trabalho



Fonte: Elaboração própria (2023)

5 MANUTENÇÃO

A manutenção de uma máquina CNC de corte a laser é crucial para garantir seu desempenho contínuo e prolongar sua vida útil. Aqui estão algumas das principais áreas que geralmente requerem atenção:

5.1 ÓPTICA DO LASER

Limpeza regular das lentes e espelhos para garantir a transmissão eficiente do feixe de laser.

Utilize sempre um pano de microfibras para a limpeza da lente, primeiro utilize um pano úmido e em seguida um pano seco para eliminar qualquer resíduo de sujeira e umidade do corpo ótico.

O laser tem vida útil de aproximadamente 10 mil horas, se apresentar mau funcionamento ou até mesmo danos permanentes, faça a substituição do laser, de preferência do modelo compatível com o original.

5.2 SISTEMA DE RESFRIAMENTO

Verificação do sistema de resfriamento para garantir que o laser esteja operando nas temperaturas especificadas.

Manutenção do sistema de resfriamento, faça a limpeza das ventoinhas com o auxílio de um pincel, caso alguma ventoinha apresente ruído, ou até mesmo mau funcionamento, faça a substituição da mesma.

5.3 SISTEMA MECÂNICO

Inspeção e aperto de parafusos e porcas para garantir que não haja folgas indesejadas. Verifique as pólias e correias, observe se não há desgastes e folgas na correia ou pólias. Verifique se a correia está com folgas excessivas, pegue-a e a torça, o movimento máximo dela não pode ultrapassar 90°.

5.4 SISTEMA ELÉTRICO

Verificação e aperto de conexões elétricas para evitar problemas de contato. Substituição de cabos elétricos desgastados ou danificados.

5.5 CALIBRAÇÃO

Verificação e calibração regular do sistema para garantir a precisão do posicionamento e do corte.