

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL JÚLIO DE MESQUITA

Curso Técnico em Mecânica

Adael Braz da Silva

Danilo Pereira da Silva

Emily Silva de Souza

Kennedy Aderson Moura

Tiago Ferreira Santos

**PROTOTIPAÇÃO DE UMA TREFILADORA DE FILAMENTOS
POLÍMERICOS A SER UTILIZADO EM IMPRESSORAS 3D POR MEIO
DO REAPROVEITAMENTO DAS GARRAFAS PET**

Santo André- SP

2023

Adael Braz da Silva
Danilo Pereira da Silva
Emily Silva de Souza
Kennedy Aderson Moura
Tiago Ferreira Santos

**PROTOTIPAÇÃO DE UMA TREFILADORA DE FILAMENTOS
POLÍMERICOS A SER UTILIZADO EM IMPRESSORAS 3D POR MEIO
DO REAPROVEITAMENTO DAS GARRAFAS PET**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecânica da Etec Júlio de Mesquita, orientado pela Profa. Janaina Cristina da Silva, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Mecânica.

Santo André - SP
2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a base de nossas vidas nossos pais, e aos nossos irmãos pela dedicação e apoio em todos os momentos difíceis. E em especial a memória de nosso querido amigo Gabriel Willian Alves da Silva. Agradeço sempre por fazer parte dessa família maravilhosa e amorosa.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a prototipação de uma trefiladora de filamentos poliméricos a ser utilizado em impressoras 3d, por meio do reaproveitamento das garrafas pet, a ideia que se procura fundamentar ao longo deste artigo é a de que impressão 3D está se tornando uma tecnologia cada vez mais acessível e popular, no entanto, a maioria dos filamentos disponíveis no mercado é produzida a partir de plásticos virgens, o que gera um impacto ambiental significativo, a metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica que permitiu a identificação de subsídios, neste estudo, serão coletadas garrafas PET pós-consumo, que serão lavadas e trituradas em pequenos pedaços, em seguida, o material será submetido a um processo de fusão e extrusão para transformá-lo em filamento de impressora 3D, nesse contexto, explorar alternativas ecológicas, como a reciclagem de garrafas PET, pode contribuir para a redução do desperdício de plástico e a conservação dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Prototipação; Impressora 3D; Reciclagem; Descarte.

Abstract

The present work has as objective the prototyping of a polymeric filament drawing machine to be used in 3d printers, through the reuse of pet bottles, the idea that seeks to support throughout this article is that 3D printing is becoming a technology increasingly accessible and popular, however, most of the filaments available on the market are produced from virgin plastics, which generates a significant environmental impact, the methodology used was the bibliographical research that allowed the identification of subsidies, in this study, post-consumer PET bottles will be collected, which will be washed and crushed into small pieces, then the material will be subjected to a melting and extrusion process to transform it into 3D printer filament, in this context, exploring ecological alternatives, such as recycling PET bottles, can contribute to reducing plastic waste and conserving natural resources.

KEYWORDS: Prototyping; 3d printer; Recycling; Discard.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo completo de impressora 3D e filetador.....	8
Figura 2- Protótipo e suas medidas.....	16
Figura 3- Filete final.....	16
Figura 4- Protótipo vista frontal.....	17

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1- Propriedades térmicas	12
Tabela 2 - Estimativa de custos.....	20
Tabela 3 - Diário de bordo.....	21
Tabela 4- Cronograma.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	6
2.1. OBJETIVO GERAL	6
2.2 JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	6
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3.1. POLÍMEROS	9
3.2. IMPRESSÃO 3D	10
4.2. MATERIAL POLITEREFTALADO	12
4.2.2. SEGURANÇA NO PROCESSO DE TREFILAÇÃO	13
4.2.3 IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE	13
5. EMPRESAS QUE UTILIZAM IMPRESSORA 3D JUNTAMENTE COM GARRAFA PET	14
6.METODOLOGIA	15
7.PROTOTIPAÇÃO	15
RESULTADOS	18
REFERÊNCIAS	19
ANEXO A – DETALHAMENTO DO BICO DE EXTRUSÃO	21
ANEXO B- CERTIFICADO INOVA EMILY SILVA DE SOUZA	22
ANEXO C- CERTIFICADO INOVA ADAEL BRAZ	23
ESTIMATIVA DE CUSTOS	24
DIÁRIO DE BORDO DO PROJETO	25
OBSERVAÇÕES DIÁRIO DE BORDO	27
CRONOGRAMA	28

1. INTRODUÇÃO

Um avanço de produtividade está acontecendo ao redor do mundo com o avanço da Indústria 4.0 ou quarta revolução industrial, marcada por inovações tecnológicas, impulsionadas pelas inteligências artificiais(IA), robótica, veículos autônomos, impressão 3D, nanotecnologia e outros.

Dentre as inovações tecnológicas, a impressão 3D está servindo para mudar a perspectiva do mercado de trabalho por meio da produção de diversos produtos personalizados, ferramentas e peças consideradas essenciais para máquinas industriais, por meio da adição de finas de camadas de material, em geral polímeros (Filamentos de plástico). Estes Filamentos plásticos são bastante caros e no final da impressão acontece de haver sobras de materiais.

A impressora 3D apresenta-se como um método de fabricação com capacidade de criar geometrias complexas utilizando menos material quando comparado aos mais tradicionais meios de fabricação.

Hoje no mercado existe uma infinidade de versões desktop de impressoras 3D a um preço acessível, permitindo assim que as pessoas usufruam dessa tecnologia em suas casas. A fim de tornar o processo mais sustentável e econômico, o presente trabalho tem por objetivo a construção de uma máquina que por meio de resíduos recuperados(pós-consumo) por meio da coleta seletiva - garrafas PET – transforma-lo em filamentos e assim alimentar a impressora 3d para a confecção de qualquer objeto que se deseja criar sem a necessidade de se preocupar com os impactos ambientais que causarão, pois os filamentos plásticos poderão ser utilizados inúmeras vezes.

2. OBJETIVOS

Dentro do contexto de benefícios econômicos e ambientais que a utilização de garrafas PET recicladas podem proporcionar, esse trabalho tem como objetivos:

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo a prototipação de uma trefiladora de filamentos poliméricos a ser utilizado em impressoras 3D, por meio do reaproveitamento das garrafas PET.

2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esse objetivo específico se concentra na pesquisa do projeto, compra de materiais, cálculos, montagem da máquina, instalação elétrica e testes de funcionamento.

2.2 JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

A produção de filamento de impressora 3D a partir de garrafas PET tem uma relevância social significativa devido aos seguintes aspectos:

Sustentabilidade ambiental: A utilização de garrafas PET recicladas como matéria-prima para a produção de filamento contribui para a redução do desperdício de plástico e promove a sustentabilidade ambiental. Ao reciclar garrafas PET, evita-se que elas se acumulem em aterros sanitários ou poluam o meio ambiente, ajudando a preservar os recursos naturais.

Acesso à tecnologia: A fabricação de filamentos de impressão 3D a partir de garrafas PET recicladas pode tornar a tecnologia de impressão 3D mais acessível para uma variedade de usuários. Isso ocorre porque a reciclagem de garrafas PET reduz os custos de produção do filamento, tornando-o potencialmente mais econômico em comparação com os filamentos convencionais.

Empoderamento local: A produção de filamento a partir de garrafas PET recicladas pode ser realizada em pequenas comunidades ou mesmo em nível individual, promovendo o empoderamento local. Essa abordagem pode permitir que as pessoas criem seus próprios filamentos de impressão 3D a

partir de resíduos locais, estimulando a economia circular e a geração de empregos locais.

Educação e conscientização: A utilização de filamento reciclado pode servir como uma oportunidade de educação e conscientização sobre a importância da reciclagem e do consumo sustentável. Ao demonstrar o potencial de reutilização de garrafas PET, o projeto pode incentivar a população a adotar práticas mais sustentáveis em relação ao plástico e ao descarte de resíduos.

Redução da dependência de plásticos virgens: Ao produzir filamento a partir de garrafas PET recicladas, é possível reduzir a demanda por plásticos virgens na indústria da impressão 3D. Isso contribui para a diminuição do consumo de recursos naturais, a mitigação dos impactos ambientais associados à extração e produção de plásticos e a diminuição da emissão de gases de efeito estufa.

Esses aspectos destacam a relevância social da produção de filamento de impressora 3D a partir de garrafas PET recicladas, abordando questões ambientais, econômicas e educacionais. Ao adotar essa abordagem, é possível promover práticas mais sustentáveis, ampliar o acesso à tecnologia e fortalecer as comunidades locais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Marques (2010), os fundamentos teóricos relacionados à produção de filamento de impressora 3D a partir de garrafas PET envolvem conceitos-chave nas áreas de reciclagem de plásticos, processamento de materiais e fabricação aditiva. Aqui estão alguns fundamentos relevantes:

a) **Reciclagem de plásticos:** A reciclagem de plásticos é um processo que visa transformar resíduos plásticos em novos produtos utilizáveis. Envolve etapas como coleta, triagem, lavagem, trituração e fusão do plástico reciclado. Compreender os princípios e técnicas da reciclagem de plásticos é fundamental para aproveitar o potencial das garrafas PET como matéria-prima para a fabricação de filamentos.

Propriedades do PET: O PET (polietileno tereftalato) é um polímero termoplástico amplamente utilizado em garrafas de bebidas e outros produtos de consumo. É importante compreender as propriedades físicas e químicas do PET, como ponto de fusão, estabilidade térmica, rigidez, tenacidade e resistência à tração. Essas propriedades afetam a forma como o PET pode ser processado em filamento e como ele se comporta durante a impressão 3D.

Processamento de materiais: A produção de filamento de impressora 3D envolve o processamento dos materiais brutos em um formato adequado para a alimentação na extrusora da impressora. Isso pode incluir etapas como trituração, secagem, fusão e extrusão do PET reciclado. Conhecer os princípios do processamento de materiais, como fluxo de massa, taxa de cisalhamento e controle de temperatura, é essencial para obter um filamento de qualidade.

Fabricação aditiva: A impressão 3D, também conhecida como fabricação aditiva, é o processo de criar objetos camada por camada a partir de um modelo digital. Compreender os princípios básicos da impressão 3D, como a tecnologia de deposição de material fundido (FDM) mais comum, é importante para entender como o filamento de PET reciclado é utilizado na fabricação de peças impressas em 3D.

3.1. POLÍMEROS

De acordo com Marques (2010), os polímeros são moléculas muito grandes constituídas pela repetição de pequenas e simples unidades químicas, denominadas de monómeros (do grego “*mono*” – um), polímeros origina-se do grego *polumeres*, que quer dizer “ter muitas partes”.

Os polímeros sempre fizeram parte do cotidiano humano. Desde os tempos mais remotos o homem tem usado polímeros naturais como amido, celulose e seda, entre outros. Além disso, cerca de 18% do nosso organismo é constituído por proteínas, que são polímeros naturais. A partir da primeira metade do século XX, quando o químico alemão Hermann Staudinger (1881-1963, pioneiro no estudo da química dos polímeros, galardoado com o Prêmio Nobel de Química em 1953) descobriu o processo de polimerização. Desde então, o estudo dos polímeros naturais e principalmente dos sintéticos desenvolveu-se rapidamente.

Os polímeros são utilizados em uma enorme quantidade de bens que nos cercam pois eles são utilizados em quase todas as áreas das atividades humanas, tais como indústrias de automóvel, de embalagens, de revestimentos e de vestuário, e incorporam-se de forma permanente ao cotidiano das nossas vidas.

Os polímeros podem dividir-se em termoplásticos, termorrígidos e elastómeros (borrachas).

- **Termoplásticos:** São os chamados plásticos, procriando a maior parte dos polímeros comerciais. A principal característica desses polímeros é poder ser fundido diversas vezes. Dependendo do tipo do plástico, também podem dissolver-se em vários solventes. As propriedades mecânicas variam conforme o plástico: sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis.
- **Termorrígidos:** São rígidos e frágeis, sendo muito estáveis a variações de temperatura. O aquecimento do polímero acabado a altas temperaturas promove a decomposição do material antes de sua fusão. Logo, a sua reciclagem é complicada

- **Elastómeros (Borrachas):** Classe intermediária entre os termoplásticos e os termorrígidos: apresentam alta elasticidade. Analogamente ao verificado para os termorrígidos o processo de reciclagem é complicado devido à incapacidade de fusão.

3.2. IMPRESSÃO 3D

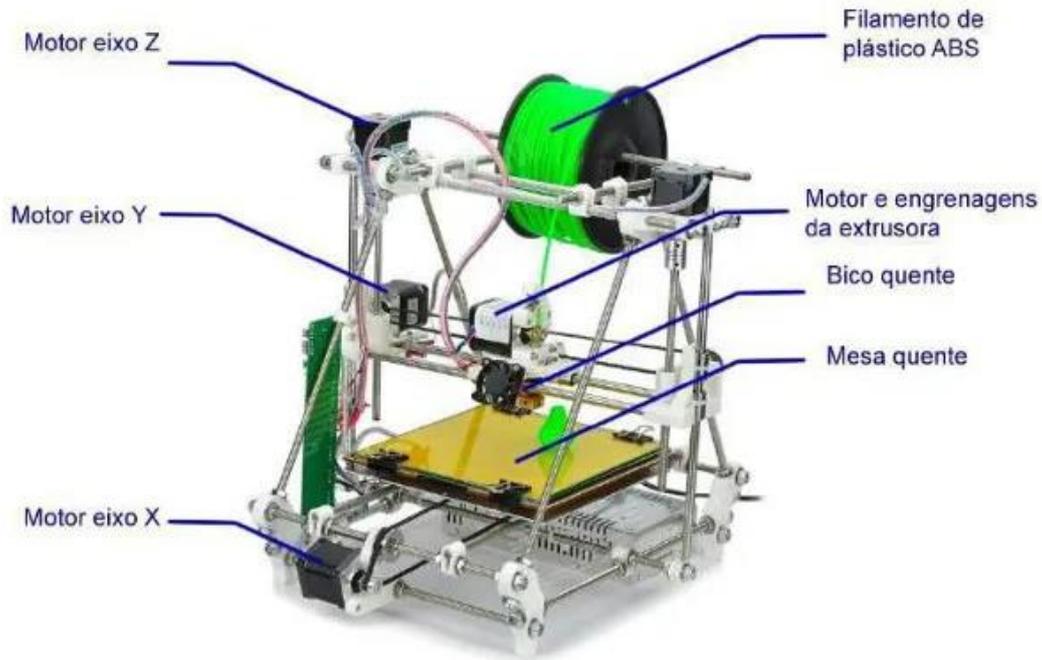
Segundo Maeda (2019), a técnica da impressão 3D consiste em uma representação matemática de uma superfície ou de um objeto volumétrico, criando formas, através da utilização de software de CAD (Computer Aided Design) como AutoCAD, solidworks, CATIA, Solid Edge e Sketchup.

Para a execução do modelo em 3D, é preciso partir em centenas ou milhares de camadas horizontais. A execução é feita através de um processo de fatiamento, responsável por formar comandos para o equipamento, tornando-se mais populares no mercado são o Simplify 3D, Cura e o Slic3r1. Os fatiadores por sua vez são encarregados por concluir ajustes no molde como por exemplo a criação de suportes — para começar uma camada em alguns processos de impressão, é preciso que tenha algo que a segure, dessa maneira o processo identifica superfícies aéreas e produz estruturas auxiliares para impressão. Além do mais é permitido ajustar parâmetros de impressão que podem corromper a qualidade e resistência mecânica da peça.

Portanto o seu modelo 3D fatiado, é preciso alimentá-lo em seu equipamento. Sendo feito através de USB, SD ou Wi-Fi. O canal de deslocamento de arquivo necessita do modelo de impressora 3D usado. Após carregado o objeto está preparado para ser impresso.

A seguir, na figura 1, um modelo completo de uma impressora 3D, com todos os seus componentes e pronta para o funcionamento:

Figura 1- Modelo completo impressora 3D e filetador



Fonte: MAEDA (2019)

4. TIPOS MAIS COMUNS DE IMPRESSORA 3D

Segundo Marfin (2022), que Modelagem de Deposição Fundida (FDM) é, atualmente, o processo de impressão 3D mais popular. Isso ocorre, principalmente, por se tratar de um modelo de baixo custo, que permite a produção de peças em série e o uso de diferentes materiais. No seu processo de manufatura, o FDM utiliza um filamento termoplástico.

Seguidas de mais sete modelos que são: SLA, DLP, SLS, DMLS, SLM, EBM e Polyjet.

4.2. MATERIAL POLITEREFTALADO

Segundo Adipet (2023), o PET (Politereftalado de etileno) é um polímero sintético (um tipo de plástico) de condensação que possui como principal característica o fato de ser um termoplástico, que pode ser remodelado por meio de um aquecimento seguido de um resfriamento, as aplicações do PET são: confecção de embalagens para bebidas e alimentos como para produtos de higiene e limpeza, desinfetantes e cosméticos, chapas e bobinas, aplicações textuais, tubos e conexões, plásticos de engenharia, fitas de arquivar, dentre e outros.

4.2.1. PROPRIEDADES TÉRMICA DO MATERIAL PET

Segundo Lang (2013) a temperatura de fusão do plástico da garrafa PET é cerca de 260 graus Célsius, a água ferve 100 graus Célsius. O carvão apresenta calor específico pequeno quando comparado ao da água e é péssimo condutor térmico.

De acordo com Fogaça (2018), a embalagem garrafa de refrigerante PET (polietileno), cuja densidade aproximada, a 25° C, é de 1,200 a 1,400g/cm³.

Conforme tabela abaixo:

Tabela 1- Propriedades térmicas

Propriedades	
Nome e sigla	poli(tereftalato de etileno) (PET) – [<i>en. polyethylene terephthalate</i>]
Classificação	polímero de engenharia
Origem	sintético (policondensação do ácido tereftálico + etileno glicol)
Comportamento mecânico	termoplástico
Organização molecular	semicristalino

Fonte própria

4.2.2. SEGURANÇA NO PROCESSO DE TREFILAÇÃO

Embora a impressão 3D em sua oficina ou escritório pareça uma atividade benigna, ainda existem alguns riscos que você deve observar. Além dos riscos usuais de trabalhar com componentes eletrônicos e componentes que podem ser aquecidos a mais de 200 °C, os vapores gerados pelo aquecimento dos filamentos de plástico sempre foram motivo de preocupação para os profissionais de impressão 3D.

Fumos e nanopartículas são principalmente liberadas por uma impressora 3D no ponto de trefilação. Uma boa maneira de limitar quanto desses contaminantes entra no ar circundante é isolar a câmara de impressão. Atualmente, muitas impressoras 3D em escala de mesa levaram essa medida de segurança em consideração.

4.2.3 IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE

Com o uso em grande escala das garrafas PET, principalmente a partir da década de 1990, um problema ambiental sério surgiu: muitas destas garrafas eram descartadas de forma incorreta e acabavam parando em terrenos, rios, esgotos, mares e matas. Só que este material pode demorar até 800 anos para se decompor (daí a importância de sua coleta e reciclagem).

Algumas pessoas, para se livrarem do volume das garrafas, podem pensar *em* queimar o material. Quando o PET é queimado, apresenta uma chama de cor amarelada que pode explodir durante a queima. Mas, além de ser muito inflamável, a substância emite venenos e gases na atmosfera como monóxido e dióxido de carbono, acetaldeído, benzoato de vinila e ácido benzoico, que contribuem para a poluição do ar e, conseqüentemente, para o efeito estufa.

Além disso, o plástico em geral, incluindo o PET, é o poluente mais comum nos oceanos. Alguns sistemas onde as correntes virar têm tanto plástico que já fazem parte do oceano dizem os pesquisadores.

Agora você entende porque a reciclagem de garrafas PET é importante sobre

tudo, também preserva os recursos naturais usados para criar plásticos que é principalmente óleo.

5. EMPRESAS QUE UTILIZAM IMPRESSORA 3D JUNTAMENTE COM GARRAFA PET

ED SYSTEMS

Originada de um lampejo de inspiração em 1983, a 3D Systems funciona com base em inovação há 30 anos. Procedente pelo inventor da impressão em 3D, Charles (“Chuck”) Hull, a 3D Systems cresceu para se tornar uma empresa mundial de soluções em 3D aplicado na conexão de clientes com a experiência e o fluxo de trabalho de fabricação digital necessário para resolver seus problemas empresariais, de design ou de engenharia.

Da digitalização, design e simulação, passando pela fabricação, inspeção e gerenciamento, nosso extenso portfólio de tecnologias fornece um fluxo de trabalho contínuo e personalizável, projetado para otimizar produtos e processos ao mesmo tempo em que acelera resultados. Com hardware, software e materiais avançados, assim como serviços de fabricação sob demanda e uma equipe mundial de especialistas, temos a missão de transformar empresas por meio da inovação de fabricação.

POLYFORMER

O designer Reiten Cheng, residente de Pasadena, na Califórnia, assumiu a missão de descobrir soluções que melhorem nossa ligação com objetos presentes em nosso costume. Uma dessas soluções é o Polyformer, uma máquina de código aberto impressa em 3D que transforma garrafas PET em filamentos para impressoras 3D. O Polyformer pode ser construído usando principalmente peças impressas em 3D e componentes de impressora 3D facilmente obtidos, para que a maioria dos fabricantes possa montá-lo por conta própria.

O Polyformer possui uma estrutura modular e vertical, em formato de L, que permite que os usuários troquem facilmente as peças e modifiquem ao seu

gosto; além de facilitar a interação com a máquina, esse design minimiza a quantidade de espaço que a máquina ocupa.

6.METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho foi a pesquisa bibliográfica. Para tanto, foram utilizadas fontes diversas tais como: livros, periódicos, artigos, sites da Internet, entre outras fontes).

7.PROTOTIPAÇÃO

Etapas de construção da máquina:

Em cima de uma mesa de aproximadamente 1m², fixar o filetador (para montar o filetador colocar uma lâmina de estilete 2 rolamentos e 1 barra com a ponta roscada).

Para montagem da trefiladora, utilizar uma chapinha de aço e os componentes eletrônicos.

Para montagem do motor arduino com as engrenagens, colocar uma barra com as duas pontas roscada com dois rolamentos para fixar as engrenagens.

E por fim está finalizado a montagem e construção de nosso protótipo.

Funcionamento da máquina: Retirar o fundo da garrafa Pet, inserir na máquina, que irá passar pela navalha, assim fazendo o corte, em seguida passará pelo bico extrusor, que estará com aquecimento de 40° a 60°, logo após passará pelo motor enrolando em filetes.

Para construção da máquina foi feito o seguinte cálculo:

$$\omega = T / (I * t)$$

Onde: ω = velocidade angular (em rad/s) T = torque (em Nm) I = momento de inércia (em kg.m²) t = tempo (em segundos)

Torque: 43N.cm

Número de Fases: 2;

Ângulo do Passo: 1.8°

200 PPR = 200 hz

300 rpm = 5 RPS

Frequência necessária 5 x 200 Hz = 1 khz

1kHz = 1000 PPS

R= 1 cm

Seno= 90°

F= 3 kg

T= 1*3 *1 = 3 kgf. cm²

Figura 2- Protótipo e suas medidas



Fonte própria

Figura 3- Filete final



Fonte própria

Figura 4- Protótipo vista frontal



Fonte própria

RESULTADOS

Atingimos o resultado esperado, alcançamos nosso objetivo que era a impressão de filetes, com os recursos necessários e conhecimento adquirido, a máquina funcionou com excelência e atendeu nossas expectativas como futuros técnicos em mecânica.

Obtivemos algumas dificuldades devido a maioria dos componentes da máquina terem sido adquiridos internacionalmente, houve atraso na entrega de alguns componentes que optamos por cancelar e comprar nacionalmente, porém mais caro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. (2023). APLICAÇÕES PARA O PET PÓS-CONSUMO RECICLADO – PET PCR. Disponível em: <https://abipet.org.br/aplicacoes/>. Acesso em 22 abr. 2023.

Cuts. Disponível em: <https://cults3d.com/en/3d-model/tool/pet-bottle-filament-pllstruder>, acesso em 15 de março de 2023

Cuts. Disponível em: <https://cults3d.com/en/3d-model/tool/pet-bottle-cutter-gypsyrobot>, acesso em 15 de março de 2023

Cuts. Disponível em: <https://cults3d.com/en/guides/3d-printing-ideas>, acesso em 15 de março de 2023

ED SYSTEMS Disponível em:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://br.3dsystems.com/&ved=2ahUKEwiQ_J3-5f - AhWUqZUCHTmzAlwQFnoECCAQAQ&usg=AOvVaw39mZ37DGJUvdJtQL-uEhiV. Acesso 29 de maio de 2023

FOGAÇA, Jennifer. Identificação de plásticos por meio da densidade.UOU.2018 Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/identificacao-plasticos-por-meio-densidade.htm>, acesso em 08 de dezembro de 2022

FLYNT, Joseph. Você deve se preocupar com fumaça de impressão 3D? 2020. Disponível em: <https://blog.render.com.br/impresao-3d/voce-deve-se-preocupar-com-fumaca-de-impresao-3d/>

Lang da Silveira, Fernando. Garrafa Pet brasileiro não derrete e agua ferve. CREF. 2013. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=garrafa-pet-no-braseiro-nao-derrete-e-agua-ferve>. Acesso em 03 de novembro de 2022

MAEDA, Willian. Impressão 3D: o que é e como ela está revolucionando o mundo. Vulcano EJ. 2019. Disponível em: <https://vulcanoelj.com.br/2019/02/28/o-que-e-a-impresao-3d/#:~:text=Inconformado%20com%20a%20demora%20de,quando%20a%20luz%20incide%20sobre> acesso 31 de outubro de 2022

MARFIN. Conheça 8 tipos de impressão 3D e suas aplicações. 2022. Disponível em: <https://produtecalab.com.br/tipos-de-impresao-3d/>. Acesso 31 de maio de 2023

MARQUES, Luísa. O que são polímeros e porque são interessantes? Jornal" Diário do Sul. 2010. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46988073/oquesaopolimeros-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667520332&Signature=Nt-l82AqqCOQ~RipWRmDoZcvmtLsW6gfvdC5zcxjEP7GUCeo7FcPM5AZCPJV04hA6VA8BUUCr76CTcFDEDgOi17SbGbVwiGssDzNx7CMUqOli6hNmwxBA~h~Z1XDlbN5Zs9eKoq2SyeQH1x42f~RihiSXHYw09dRK-HhYm6QtwitEz~jXri52xf6EvzS5bZ3iKUKe5pN9L9zKRh6gxdNaZBhiAmnmjzdjOXhiT15u7gKJZR08lluVdcFWLu8b2P0yUPhEuqO~oV9WtCGKtdQ4ocBqvb2BxjoJz14mXsG5vP3mkZ0V7Q0MDxc55gDJx2oVarAUbrEfr2c~EDFpy4rw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA acesso em 03 de novembro de 2022

Pimenta, Julia. A garrafa PET: o que é, impactos e reciclagem. 2021. Recicla Club. Disponível em: <https://recicla.club/o-que-e-a-garrafa-pet/> acesso 31 de outubro de 2022

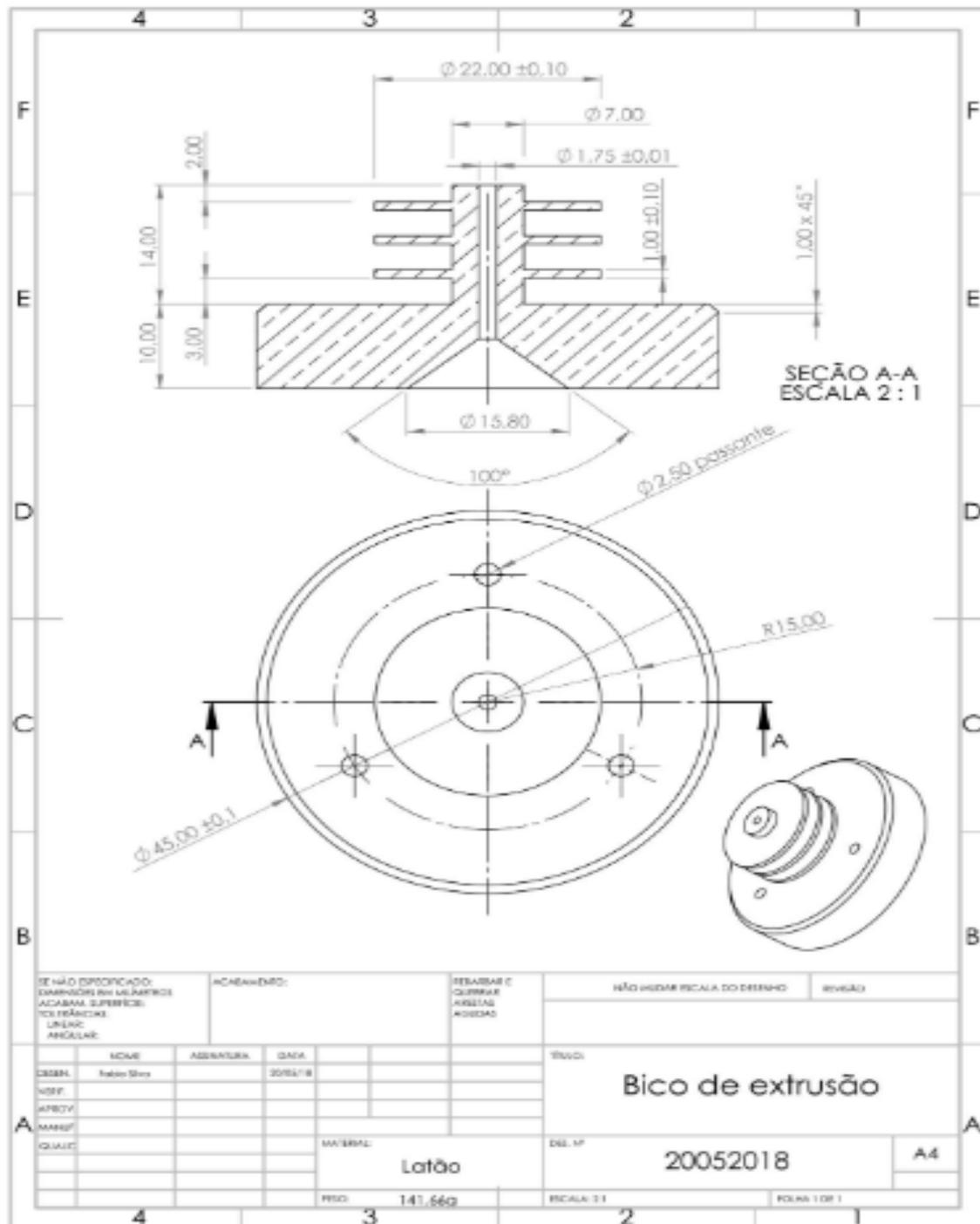
POLYFORMER Disponível em: <https://inovasocial.com.br/solucoes-de-impacto/polyformer-transforma-garrafas-pet-em-filamentos-para-impressoras-3d/> Acesso 29 de maio de 2023

Sem autor. Tudo o que não te contaram sobre a reciclagem do pet.2018. Recicla SãoPaulo. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/tudo-que-nunca-te-contaram-sobre-reciclagem-de-garrafa-pet> acesso em 31 de outubro de 2022

Sem autor. O que é impressão 3D? Como funciona uma impressora 3D? oaloo.com.br. 2021. Disponível em: <https://www.oaloo.com.br/impressao-3d-o-que-e-2/> acesso em 31 de outubro de 2022

Sem autor. Você sabe se o polipropileno aguenta calor e qual sua temperatura máxima? 2018. Primeplas. Disponível em: <https://primeplas.com.br/voce-sabe-se-o-polipropileno-aguenta-calor-e-qual-sua-temperatura-maxima/> acesso em 08 de dezembro de 2022

ANEXO A – DETALHAMENTO DO BICO DE EXTRUSÃO



ANEXO B- CERTIFICADO INOVA EMILY SILVA DE SOUZA



6386e307-9238-415a-8ca2-33a07ba000061

15^a
 ESCOLA DE
 INOVADORES
 inovaCPS



Certificamos que Emily Silva De Souza participou da
 "15ª Edição do Curso Escola de Inovadores",
 promovido pela INOVA CPS, 40 horas de atividades, no 2º semestre de 2022.



São Paulo, 3 de dezembro de 2022



inovaCPS

CPS
 Centro de Políticas
 Sociais

SÃO PAULO
 GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Desenvolvimento Econômico

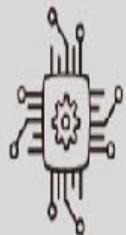
<https://inova.cps.sp.gov.br/>

ANEXO C- CERTIFICADO INOVA ADAEL BRAZ



638ca93a-79e0-4065-9064-38350a0000b1

15^a
 ESCOLA DE
 INOVADORES
 inovaCPS



Certificamos que Adael Braz Da Silva participou da
 "15ª Edição do Curso Escola de Inovadores",
 promovido pela INOVA CPS, 40 horas de atividades, no 2º semestre de 2022.



São Paulo, 4 de dezembro de 2022



inovaCPS



SÃO PAULO
 GOVERNO DO ESTADO

Secretaria de Desenvolvimento Econômico

<https://inova.cps.sp.gov.br/>

ESTIMATIVA DE CUSTOS

Tabela 2 – estimativa de custos

PRODUTO	VALOR	LOCAL DE COMPRA
Bico extrusora de hotend de metal	R\$89,90	Loja Auto Core Robótica
Filetador de garrafa pet	R\$ 150,00	Mercado Livre
Engrenagens	R\$93,58	JJD Distribuidora de Rolamentos
Rolamento de 8 cm (caixa com 20 unidades)	R\$ 22,00	Magazine Luiza
Componentes eletrônicos	R\$ 600,00	Componentes diversos estimado
Acessórios	R\$ 200,00	Componentes diversos estimado
Barra de aço e mão de obra	R\$ 400,00	Doação da Barra + mão de obra Kennedy Aderson Moura
Motor de passo arduino:	R\$ 59,90	Real 3D
Total estimado: R\$ 1.615,38		

Fonte: Produzido pelos autores

DIÁRIO DE BORDO DO PROJETO

Tabela 3- Diário de bordo

CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS				
MÊS	INICIO	TERMINO	ATIVDADES	RESPONSÁVEL
AGOSTO	05-08-2022	12-08-2022	Montagem do grupo para TCC	Grupo
	12-08-2022	22-08-2022	Escolha do tema do TCC	Grupo
	25-08-2022	25-08-2022	Relatório inicial apresentação da ideia do projeto	Emily
SETEMBRO	01-09-2022	10-09-2022	Elaboração revisão bibliográfica, tecnologia FDM, princípios de funcionamento, estimativa de custos	Grupo
	10-09-2022	20-09-2022	Introdução- Objetivo geral- Objetivo específico- justificativa- fundação teórica	Grupo
	20-09-2022	30-09-22	Entrega do trabalho	Grupo
OUTUBRO	01-10-2022	10-10-2022	Correções de todos os itens entregues, com orientação da professora Janaina através do teams e sala de aula	Grupo
	14-10-2022	20-10-2022	Inscrição para o programa Centro de Paula Souza, apresentando o tema do projeto	Grupo

	20-10-2022	30-10-22	Correções do TCC, com as devidas orientações que a professora passou em sala de aula e através do teams	Grupo
NOVEMBRO	01-10-2022	10-11-2022	Pesquisa sobre: Aquecimento dos filamentos, propriedades térmicas, correções das referencias	Grupo
	11-09-2022	16-11-2022	Correção do sumário, nome do curso, fonte da tabela 1, fonte das figuras e citação de autores	Grupo
	24-11-2022	30-11-2022	Correção sumário, escrita da metodologia	Emily
	30-11-2022	30-11-2022	Elaboração diário de bordo e segunda parte da entrega TCC	Grupo
DEZEMBRO	08-12-2022	15-12-2022	Pesquisa sobre: Novo tópico de propriedades térmicas	Grupo
MARÇO	15/03/2023	22/03/2023	Elaboração do cronograma da construção do projeto	Grupo

ABRIL/ MAIO	20/04/2023	30/05/2023	Revisão textual TCC e construção da máquina	Grupo
-------------	------------	------------	--	-------

Fonte: Produzido pelos autores

OBSERVAÇÕES DIÁRIO DE BORDO

Não tivemos dificuldades em escolher a ideia do TCC, porém no início da elaboração dos temas dados, tivemos dificuldade com a norma ABNT, na parte de fazer as referências, de fazer citações de autores, de como interpretar o texto com nossas palavras e de alguns temas tais como elaborar os objetivos, com as orientações da professora orientadora de TCC Janaina Cristina, conseguimos elaborar o projeto, recebemos orientações através de sala de aula e pelo TEAMS através do chat, quando o grupo tinha dúvida, mandávamos mensagens e o que era passado, discutíamos em grupo.

CRONOGRAMA

Tabela 4- Cronograma

CRONOGRAMA CONSTRUÇÃO DO PROJETO				
MÊS	INICIO	TERMINO	ATIVDADES	RESPONSÁVEL
DEZEMBRO	07/12/2022	15/01/2023	Compra da tela display no aliexpress	Kennedy
	07/12/2022	15/01/2023	Compra extrusora no aliexpress	Kennedy
FEVEREIRO	17/02/2023	27/02/2023	Fabricação das engrenagens e filetador	Kennedy e mão de obra terceira
MARÇO	15/03/2023	30/03/2023	Comprar motor de passo, placa mãe e interruptor do transformador da fonte de alimentação	Kennedy
	15/03/2023	30/03/2023	Elaboração do desenho técnico	Kennedy
ABRIL	01/04/2023	15/04/2023	Elaboração dos cálculos	Grupo
	16/04/2023	31/05/2023	Montagem da máquina	Grupo

Fonte: Produzido pelos autores