

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ETEC JÚLIO DE MESQUITA
ETIM MECATRÔNICA**

**JOÃO VICTOR DOS SANTOS
MARCOS VARJÃO DE MACEDO
NICOLLAS HIROSHI DEGUTHI DE JESUS
PEDRO HENRIQUE OLIVEIRA DIAS
RONALDO ROSSETTI DEARO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO REPET -
REAPROVEITADOR DE POLIETILENO TEREFTALATO**

**Santo André
2023**

João Victor dos Santos
Marcos Varjão de Macedo
Nicollas Hiroshi Deguthi de Jesus
Pedro Henrique Oliveira Dias
Ronaldo Rossetti Dearo

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO REPET
(REAPROVEITADOR DE POLIETILENO TEREFALATO)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica
da ETEC Júlio de Mesquita, orientado pelo Prof.
Francisco Marchiore Carvalho, como requisito
parcial para obtenção do título de técnico em
Mecatrônica.

Santo André
2023

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, irmãos e aqueles que amamos pela dedicação e apoio em todos os dias que só queríamos desistir. E em especial ao nosso amigo Icaro Reis Morgado e ao professor Francisco Marchiore Carvalho que estiveram nos apoiando sempre nesse projeto e oferecendo todo o suporte necessário.

Obrigado a todos esses por se fazerem presentes nesse momento especial de nossas vidas.

RESUMO

O projeto tem como objetivo filetar garrafas PET transformando-as em filamentos para impressora 3D, além de outras funções artesanais e decorativas. Foi realizado um protótipo de maquinário que possibilita fazer essa reciclagem, com menor risco de acidentes e economia de tempo gasto. Além disso traz a conscientização de reciclagem e outros usos que o PET pode ter.

Palavras-chave: filetador; garrafa PET; filamento; reciclagem; impressão 3D.

ABSTRACT

The project aims to cut PET bottles, transforming them into filaments for 3D printers, in addition to other artisanal and decorative functions. A prototype of machinery was created that makes it possible to carry out this recycling, with a lower risk of accidents and savings in time spent. It also raises awareness of recycling and other uses that PET can have.

Keywords: filetador; pet bottle; filament; recycling; 3D printing.

Sumário

| | | |
|------|---------------------------------------|----|
| 1. | Introdução | 1 |
| 2. | Objetivos | 3 |
| 2.1. | Objetivo Geral..... | 3 |
| 2.2. | Objetivos Específicos | 3 |
| 3. | Justificativa | 4 |
| 4. | PET (Politereftalato de etileno)..... | 5 |
| 4.1. | Propriedades do PET | 5 |
| 5. | Materiais e Métodos | 5 |
| 5.1. | Materiais..... | 5 |
| 5.2. | Metodologia | 9 |
| 6. | Desenvolvimento Teórico | 10 |
| 6.1. | Memorial de Cálculos | 10 |
| 6.2. | Projeto eletrônico em simulador | 13 |
| 6.3. | Modelo 3D e Desenho Técnico | 14 |
| 6.4. | Pesquisa de campo..... | 17 |
| 7. | Desenvolvimento Prático | 21 |
| 7.1. | Cronograma do TCC..... | 21 |
| 7.2. | Montagem da máquina manual | 21 |
| 7.3. | Montagem do REPET | 24 |
| 7.4. | Dados do Projeto | 25 |
| 7.5. | Testes com o filamento | 26 |
| 8. | Conclusões | 26 |
| 9. | Referências Bibliográficas..... | 28 |

1. Introdução

Este Trabalho foi elaborado com o intuito de descrever o projeto “REPET (Reaproveitador de Polietileno Tereftalato)” para a conclusão do curso técnico em mecatrônica na Escola Técnica Estadual “Júlio de Mesquita”.

O plástico PET, material no qual focamos nosso TCC foi patenteado em 1941 por trabalhadores da *Calico Printer's Association*, na Inglaterra. Na época o plástico era utilizado pela empresa têxtil DuPont. Na década de 70 começou a ser usado na fabricação de embalagens. Então década de 90, o governo estadunidense autorizou o uso do PET para a produção de embalagens alimentícias.

O PET chegou ao Brasil em 1988 e era utilizado na indústria têxtil. A utilização como embalagem de bebidas só começou em 1993, quando foi constatado que sua produção apresentava baixos custos, praticidade e leveza. Fazendo assim que as garrafas de vidro fossem substituídas pelas garrafas PET.

Com uso intenso das garrafas PET, principalmente a partir de 1993, um problema ambiental sério surgiu: a maioria destas garrafas eram descartadas e direcionadas de forma incorreta, parando assim na natureza:



Figura 1: Praia de São Conrado - Rio de Janeiro. Foto por TV Globo.

Considerando pesquisas do Instituto Weizmann de Ciência sobre a decomposição do PET, é dito que em condições ambientes, a decomposição demora cerca de 500 anos ou mais, podendo se concluir que um dos primeiros plásticos produzidos ainda pode estar se decompondo na natureza.

Porém se o plástico PET for redirecionado de forma correta, a sua reciclabilidade é de aproximadamente 100%, além de não se estilhaçar e sofrer uma possível contaminação em sua reciclagem como em outros plásticos, o tornando um material totalmente sustentável se descartado ou reutilizado corretamente.

Além disso a impressão 3D, também conhecida como manufatura aditiva, é uma tecnologia que permite a criação de objetos tridimensionais a partir da adição de camadas sucessivas de material, frequentemente plástico. Embora a impressão 3D seja frequentemente associada a um conceito moderno, sua história remonta aos anos 80, quando Chuck Hull, cofundador da empresa 3D Systems, inventou a estereolitografia, um processo que utiliza luz ultravioleta para solidificar resinas líquidas em camadas finas e criar modelos sólidos.

Desde então, a tecnologia de impressão 3D evoluiu significativamente, com uma ampla variedade de materiais e técnicas disponíveis, incluindo a deposição de material fundido (FDM), sinterização seletiva a laser (SLS) e ligação de jato de tinta (BJB). A impressão 3D também é usada em várias indústrias, desde auxílio em construções civis até a criação de próteses médicas personalizadas, como as usadas pelo INTO (Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia).

Apesar dos avanços, a impressão 3D ainda enfrenta alguns desafios significativos. Como a velocidade limitada de produção em comparação com os métodos de fabricação tradicionais, o que limita a aplicabilidade da impressão 3D em produções em massa. Além disso, a qualidade das peças impressas pode ser afetada por falhas de impressão, o que aumenta o custo e o tempo de produção.

Outra preocupação é a sustentabilidade. A impressão 3D requer um grande uso de energia e materiais, o que pode ter um impacto ambiental significativo. Além disso, os resíduos gerados durante o processo de impressão

podem ser difíceis de reciclar ou reutilizar, o que contribui para o problema do lixo eletrônico.

Fora isso, na área de impressão 3D, a compra de filamento dos principais plásticos, ABS e PLA, é um desafio para os microempreendedores, os quais não tem um investimento alto para a compra de filamentos além de gerarem muitos resíduos atualmente de difícil reaproveitamento.

Considerando esses problemas, nosso trabalho de conclusão de curso, o REPET, vem como uma alternativa para microempreendedores que visam economia na hora da compra de seus recursos e prezam pela preservação do meio ambiente. O REPET pretende ser uma máquina semiautomática, a qual necessita somente das trocas de suas lâminas, o posicionamento da garrafa PET na máquina e de um carretel para o filamento que irá sair. Com uma rápida transformação das garrafas PET para um filamento barato, resistente e principalmente sustentável.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é projetar e desenvolver uma máquina semiautomática que auxilie a produção de bobinas de filamento sustentável por meio do plástico PET. Visamos contribuir para o problema de descarte inadequado de garrafas PET, além de auxiliar microempresários a terem uma produção caseira de filamento sustentável, de forma rápida e precisa, não sendo mais necessário esperar a entrega de outros filamentos, bastando somente a espera do corte da garrafa que dura alguns minutos, dessa forma alcançando uma produtividade ainda maior.

2.2. Objetivos Específicos

1.Desenvolver um sistema bobinador para o filamento PET produzido, utilizando motores e lâminas descartáveis de troca fácil;

2.Realizar um sistema de trifilamento ajustável, permitindo assim maior variedade de espessuras para o filamento PET, auxiliando sua usabilidade em diversas impressoras;

3. Realizar testes a fim de constatar o tempo necessário para o bobinamento no carretel, se necessário alterar os componentes para tornar-se uma máquina de uso prático;

4. Analisar a viabilidade de um filamento de material PET, considerando resistência, custo, impermeabilidade, entre outros;

5. Projetar a máquina de forma consistente e alinhada, permitindo uma fácil integração ao ambiente de trabalho;

6. Constatar aperfeiçoamentos necessários para uma maior eficácia, qualidade e durabilidade. Reduzindo assim custos posteriores em sua manutenção.

3. Justificativa

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

Sustentabilidade: 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. Com a reciclagem evita-se que garrafas se acumulem em ambientes que não são destinados a elas, ajudando a preservar o meio ambiente.

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 pessoas. 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.

Economia: A produção de filamento a partir de garrafas PET recicladas pode ser realizada por pessoas ou comunidades de baixa renda, promovendo uma fonte de renda local. Essa abordagem pode permitir que as pessoas criem seus próprios filamentos a partir de resíduos locais, estimulando a economia além da reciclagem.

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.

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.

4. PET (Politereftalato de etileno)

Segundo Abipet (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 arquear, dentre e outros.

4.1. Propriedades do PET

Segundo Trombini, Agnelli e Tafuri, a temperatura de fusão do plástico da garrafa PET é cerca de 265 graus Célsius, além da embalagem garrafa de refrigerante PET (polietileno) possuir densidade aproximada, a 25° C, é de 1,20 a 1,40g/cm³.

| Propriedade ou Característica | PET |
|---|------|
| Temperatura de Transição Vítreia (°C) | 76 |
| Temperatura de Fusão (°C) | 265 |
| Densidade (g/cm ³) | 1,39 |
| Temperatura máxima de uso contínuo (Tg +40)°C | 120 |
| Permeabilidade ao O ₂ (ccmm/m ² dia atm) ^a | 4,9 |
| Resistência à Tração (MPa) ^b | 57 |
| Alongamento na ruptura (%) ^b | 370 |
| Módulo em flexão (kg/mm ²) | 1200 |
| Resistência à hidrólise ^c | 50 |

Tabela 1: Propriedades do PET

5. Materiais e Métodos

5.1. Materiais

Resolvemos utilizar materiais de fácil adesão e troca caso necessário, a fim de reduzir custos posteriores e em usos contínuos.

Então para o corte necessário da garrafa PET optamos por utilizar lâminas simples presas em alguns parafusos.



Figura 2: Lâmina para Corte

Para o acionamento do motor de passo que irá puxar o filamento para o carretel, escolhemos um Arduino UNO R3, devido sua fácil programação por código aberto.

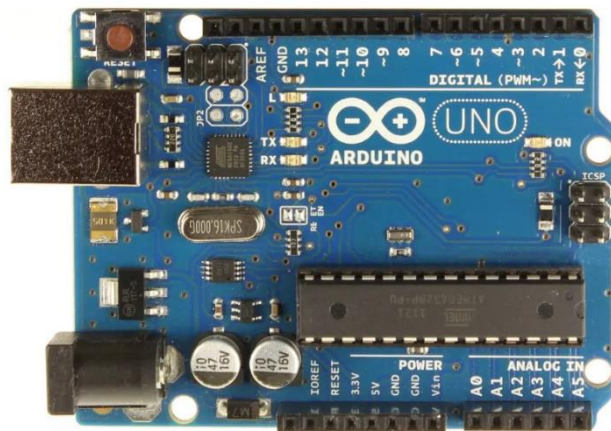


Figura 3: Arduino UNO R3

Para conectar os circuitos de acionamento, corte e o arduido UNO, decidimos como forma de reduzir custos iniciais do projeto utilizar uma protoboard de 400 pontos, tendo o número de conexões necessárias e ser de simples uso.

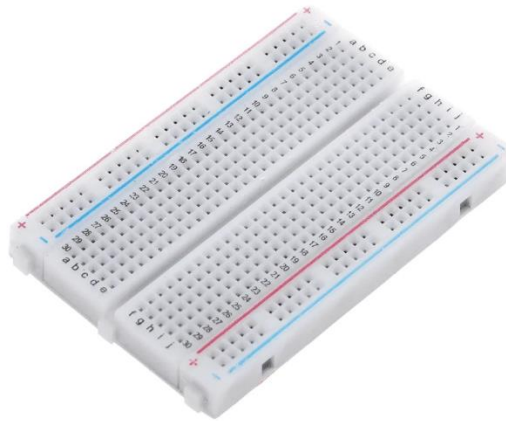


Figura 4: Protoboard 400 pontos.

Para que o carretel do filamento gire, escolhemos um motor de passo Nema 17, devido seu baixo custo, porém de potência satisfatória.

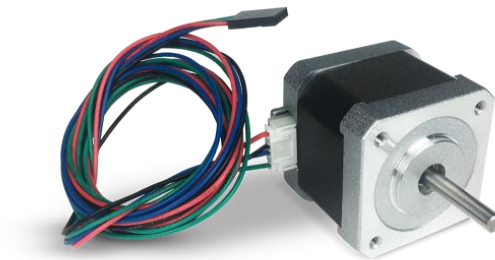


Figura 5: Motor de Passo Nema 17

Para o filete de garrafa PET assumir o formato do filamento para impressão 3D, utilizamos de um “HotEnd”, especificadamente um modelo compatível com “HotEnds” MK8, A8 e A2.



Figura 6: HotEnd

Para a construção do protótipo do REPET, utilizamos um gabinete de computador por apresentar medidas satisfatórias além de uma boa base estrutural. Entretanto para uma produção efetiva, o corpo do projeto pode ser feito utilizando chapas de aço SAE 1020 com acabamento pintado ou galvanizado com uniões parafusadas, devida sua resistência e longevidade.

Para os suportes, carretel, engrenagens e outros, resolvemos optar pela impressão 3D devido um custo reduzido para o protótipo, utilizando o filamento ABS e alta densidade na impressão.

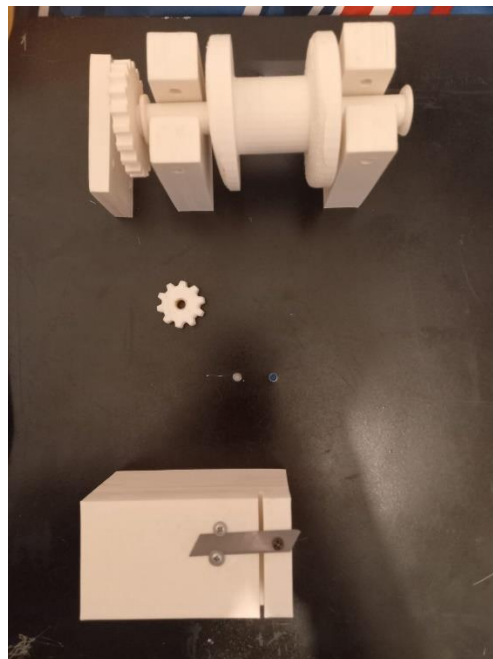


Figura 7: Impressões 3D

Como forma de alimentar o projeto, utilizamos uma fonte de 12V e 50A, porém seria possível utilizar fontes de correntes menores sem maiores problemas.



Figura 8: Fonte 12V/50A

Além disso, foram usados diversos componentes eletroeletrônicos menores, como resistores, botões, potenciômetros e outros.

Ao final foi possível montar uma tabela precificando o nosso projeto, ficando da seguinte forma:

| Item | Quantidade | Modelo | Valor |
|----------------------------|------------|-----------|-------------------|
| Carça REPET | | Aço 1020 | R\$ 200,00 |
| Componentes Eletrônicos | | | R\$ 40,00 |
| Elementos de Fixação | | | R\$ 40,00 |
| Fonte | 1 | 12V / 50A | R\$ 55,00 |
| HotEnd | 1 | | R\$ 40,00 |
| Impressões 3D | | ABS | R\$ 130,00 |
| Kit Arduino | 1 | | R\$ 89,00 |
| Lâmina | 1 | | R\$ 8,00 |
| Motor de Passo | 1 | Nema 17 | R\$ 38,00 |
| Suporte Garrafa | 1 | PVC | R\$ 10,00 |
| TOTAL | | | R\$ 650,00 |
| TOTAL PARA PRODUÇÃO | | | R\$ 800,00 |

Tabela 2: Precificação

5.2. Metodologia

A metodologia utilizada no trabalho foi além da pesquisa bibliográfica em fontes diversas tais como: livros, periódicos, artigos, sites da Internet, entre outras fontes, uma pesquisa de campo para saber se uma máquina trefiladora de PET seria aceita por um público geral.

Após os resultados dessa pesquisa fomos em busca de projetos já realizados por outras pessoas, para poder usar como suporte e constatar possíveis aperfeiçoamentos.

Na sequência começamos a desenvolver o projeto eletroeletrônico do REPET, considerando dois pontos, o acionamento do motor de passo e o aquecimento do hotend.

Com a ideia de espaço do projeto estabelecida desenvolvemos o projeto 3D e preparamos as peças que deveriam ser impressas além de posicionar peças compradas anteriormente.

6. Desenvolvimento Teórico

6.1. Memorial de Cálculos

Dados preliminares:

$$\text{Distância do hot – end até o carretel } (x) = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Tempo ideal para percorrer a distância do hot end até o carretel } (t) = 5 \text{ s}$$

$$\text{Densidade do PET } (\rho) = 1350 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Diâmetro primitivo da engrenagem do carretel } (d_c) = 42,8 \text{ mm} = 0,0428 \text{ m}$$

$$\text{Diâmetro interno do bico do hot – end } (d_{he}) = 1,75 \text{ mm} = 0,00175 \text{ m}$$

$$\text{Relação de transmissão das engrenagens } (i) = 1:2 = 0,5$$

$$\text{Rendimento da transmissão por engrenagens } (\eta) = 0,98$$

Cálculo do raio primitivo da engrenagem do carretel em metros

$$r_c = \frac{d_c}{2} = \frac{0,0428}{2} = 0,0214 \text{ m}$$

Cálculo da Velocidade do filamento de PET em metros por segundo

$$v = \frac{x}{t} = \frac{0,12}{5} = 0,024 \text{ m/s}$$

Cálculo da Área do Bico do Hot-End em metros quadrados

$$A = \frac{\pi \cdot (d_{he})^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,00175)^2}{4} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Cálculo da vazão volumétrica do filamento de PET em metros cúbicos por segundo

$$Q = v \cdot A = 0,024 \cdot 2,4 \cdot 10^{-6} = 5,8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo da vazão em massa do filamento de PET em quilogramas por segundo

$$M = Q \cdot \rho = 5,8 \cdot 10^{-8} \cdot 1350 = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ Kg/s}$$

Cálculo da rotação no eixo do carretel em rotações por minuto

$$w = \frac{v}{r_c} = \frac{0,024}{0,0214} = 1,12 \text{ rad/s} \quad (\text{Onde } w \text{ é a velocidade angular do carretel})$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{1,12}{2\pi} = 0,18 \text{ s}^{-1} = 0,18 \text{ Hz} \quad (\text{Onde } f \text{ é a frequência do carretel})$$

$$n = f \cdot 60 = 0,18 \cdot 60 = 10,8 \text{ rpm}$$

Cálculo do torque necessário no eixo do carretel em newton metro

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = F \cdot x \rightarrow \frac{m \cdot \left(\frac{x}{t}\right)^2}{2} = F \cdot x \rightarrow \frac{m \cdot \frac{x}{t} \cdot \frac{x}{t}}{2} = F \cdot x \rightarrow \frac{\frac{m}{t} \cdot x \cdot \frac{x}{t}}{2} = F \cdot x$$

Sabe-se que:

$$M = \frac{m}{t}$$

Então:

$$\frac{M \cdot x \cdot \frac{x}{t}}{2} = F \cdot x \rightarrow \frac{M \cdot \frac{x^2}{t}}{2} = F \cdot x$$

Isolando F:

$$F = \frac{\frac{M \cdot \frac{x^2}{t}}{2}}{x} = \frac{M \cdot \frac{x^2}{t}}{2} \cdot \frac{1}{x} = \frac{M \cdot \frac{x^2}{t}}{2x} = M \cdot \frac{x^2}{t} \cdot \frac{1}{2x} = M \cdot \frac{x}{2t}$$

Como $v = \frac{x}{t}$, temos:

$$F = \frac{M \cdot v}{2} = \frac{7,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,024}{2} = 9,3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

Torque no eixo do carretel:

$$Mt_c = F \cdot r_c = 9,3 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02 = 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ N.m}$$

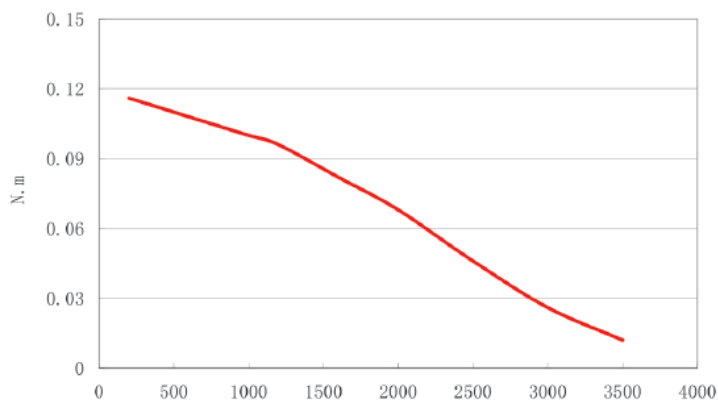
Cálculo do torque no eixo do motor elétrico em newton metro

$$Mt_m = Mt_c \cdot i = 1,9 \cdot 10^{-8} \cdot 0,5 = 9,5 \cdot 10^{-9} \text{ N.m}$$

Cálculo da potência do motor elétrico em watts

$$P = \frac{Mt_c \cdot \omega}{\eta} = \frac{1,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,2}{0,98} = 2,3 \cdot 10^{-8} W$$

| |
|--|
| Flange: 42mm |
| Passo em Angulo: 1,8° |
| Torque Estático Bipolar: 0,14Nm (1,4kgf.cm) |
| Quantidade de Fios: 08 |
| Ligações possíveis: Unipolar, Bipolar Serie e Bipolar Paralelo |
| Corrente Bipolar Serie: 0,11A/fase |
| Corrente Bipolar Paralelo: 0,21A/fase |
| Corrente Unipolar: 0,16A/fase |
| Inercia: 35g.cm ² |
| Temperatura de Operação: -20 a + 50 °C |
| Classe de isolamento: Classe B (130 °C) |
| Diâmetro do eixo: 5,0 mm |
| Peso: 0,22Kg |



Motor de Passo

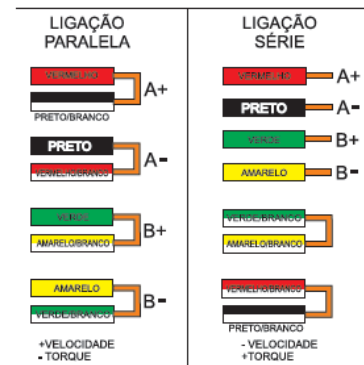


Figura 9: Dados Motor Nema 17

6.2. Projeto eletrônico em simulador

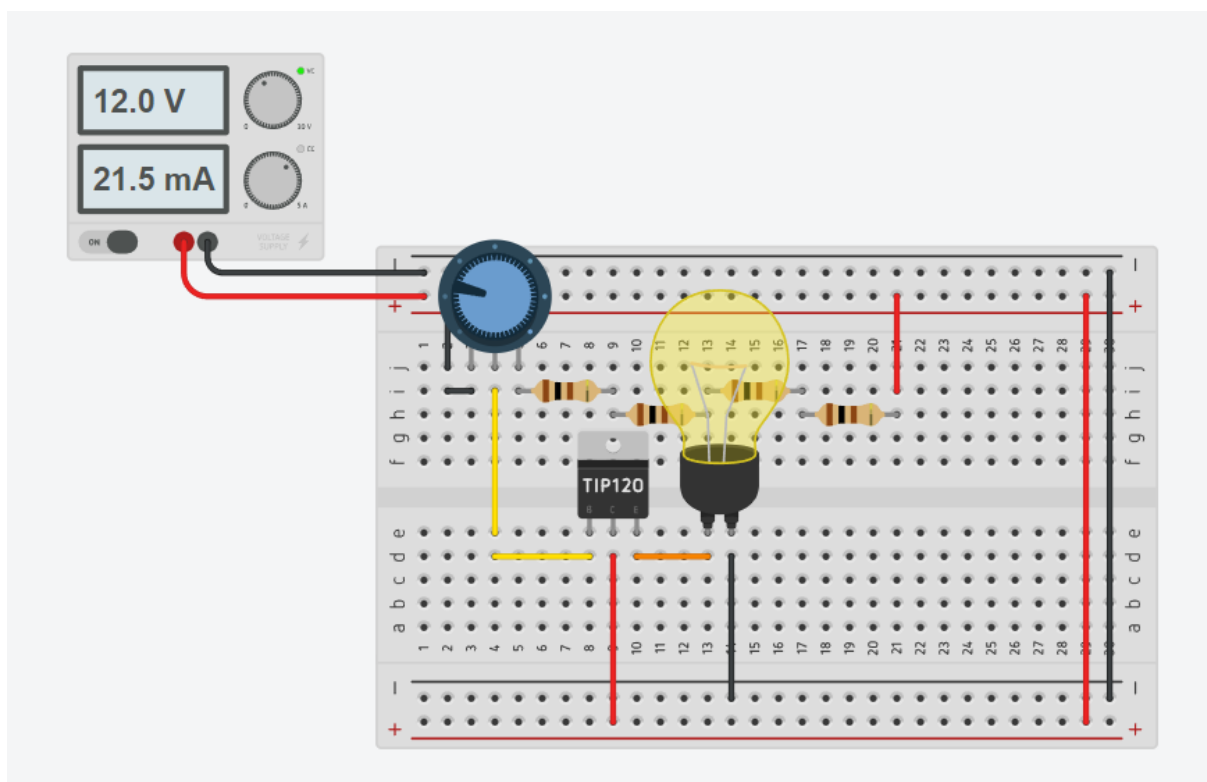


Figura 10: Circuito Eletroeletrônico Hot-End

O Hot-End do sistema foi representado pela lâmpada no circuito eletrônico pela falta de outra representação.

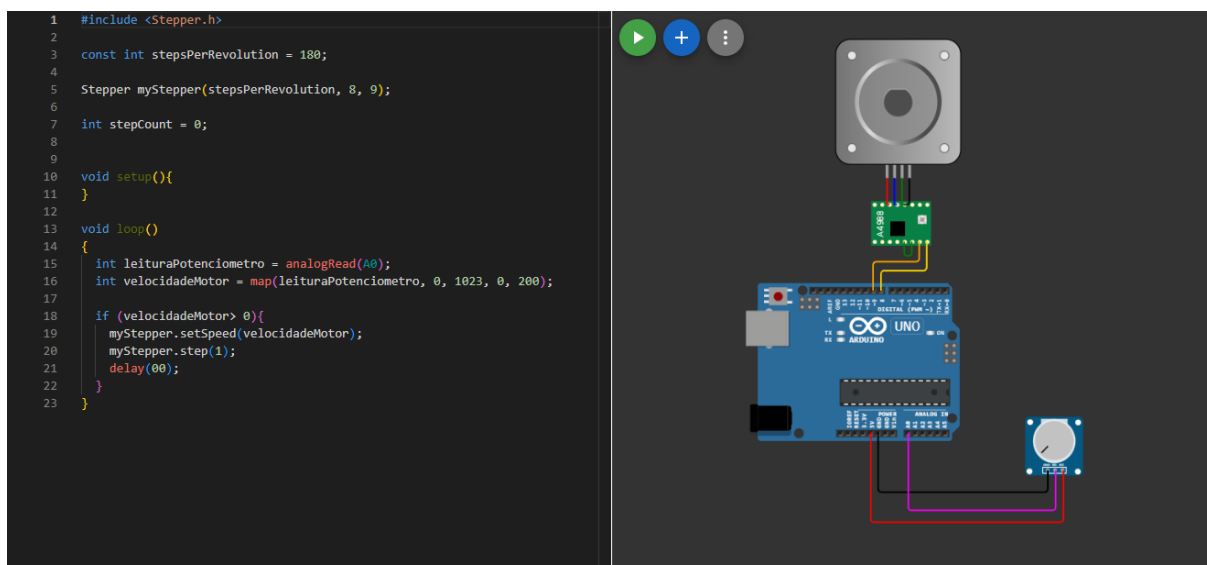


Figura 11: Código e Simulação Motor de Passo

6.3. Modelo 3D e Desenho Técnico

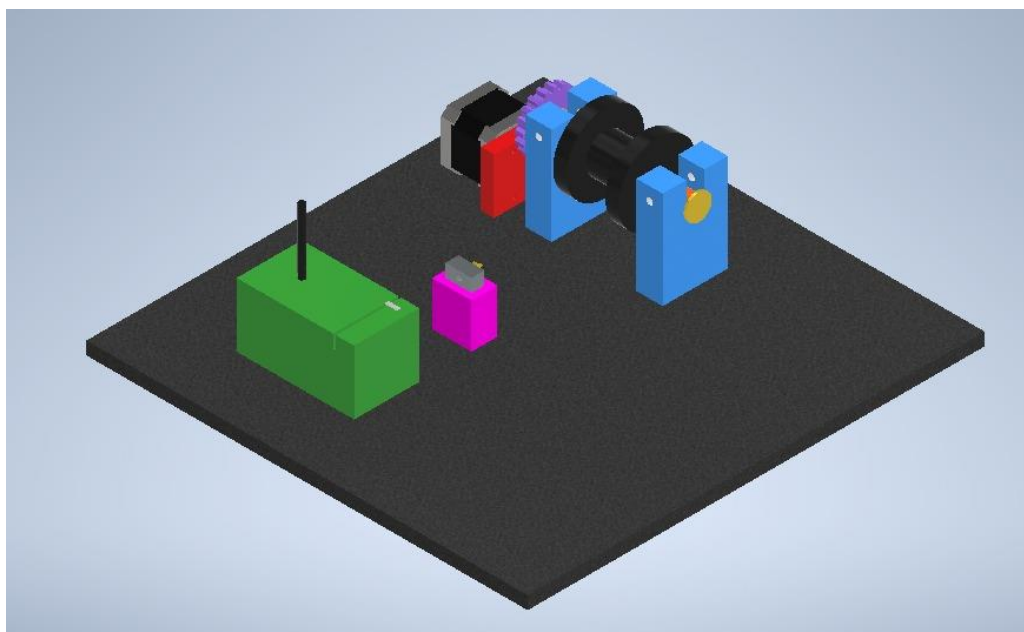


Figura 12: Visão Isométrica

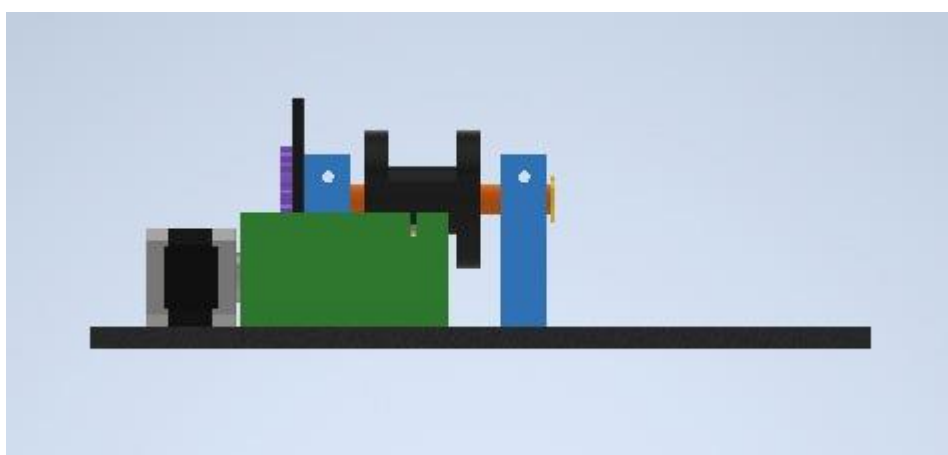


Figura 13: Vista Lateral Esquerda

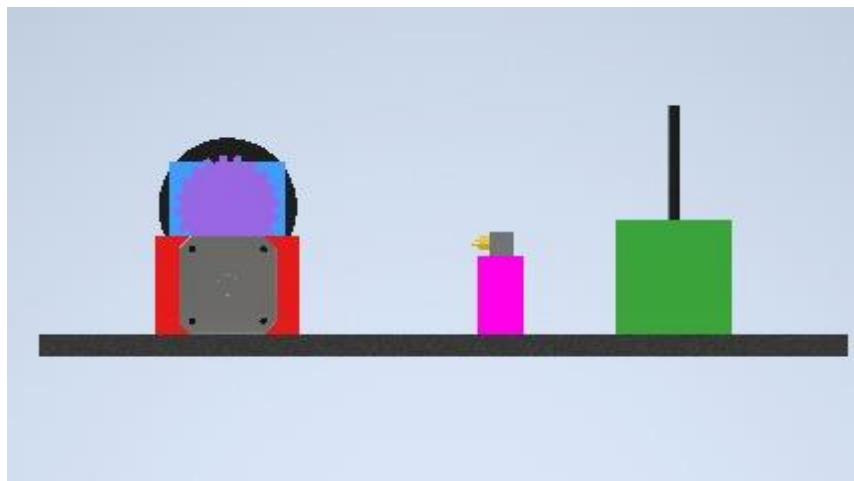


Figura 14: Vista Traseira

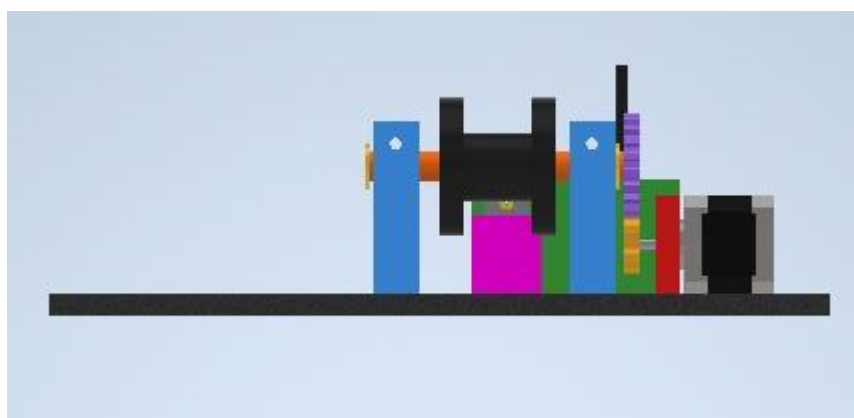


Figura 15: Vista Lateral Direita

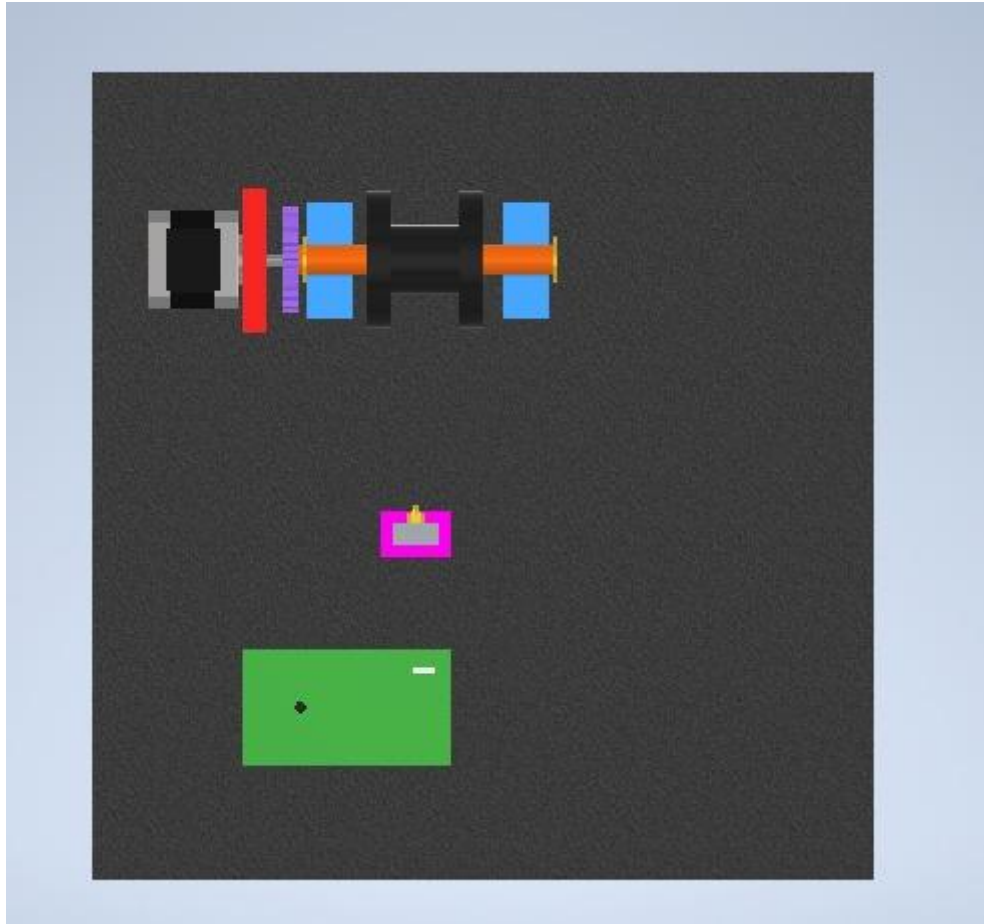


Figura 16: Vista Superior

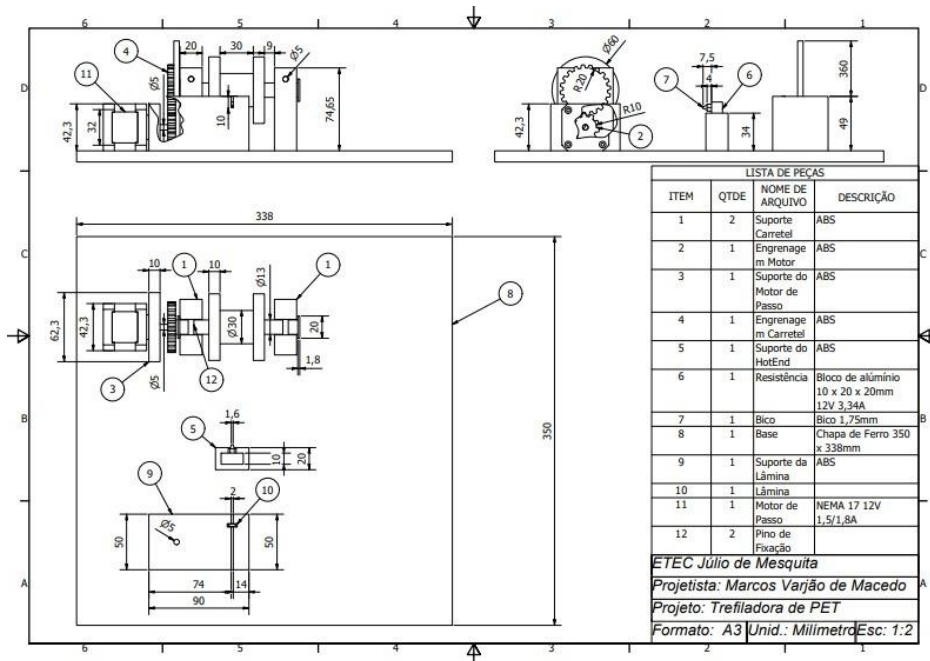


Figura 17: Projeções REPET

6.4. Pesquisa de campo

Para averiguar a viabilidade do REPET, fizemos uma pesquisa de campo sobre o descarte de garrafas PET em residências, com principal fim de descobrir quantas garrafas PET em média são descartadas em uma residência semanalmente e a aceitação de um possível filamento de PET.

Após a pesquisa realizada dos períodos de 27 de junho de 2023 até 13 de julho de 2023 (16 dias), obtemos o total de 149 respostas com as seguintes perguntas:

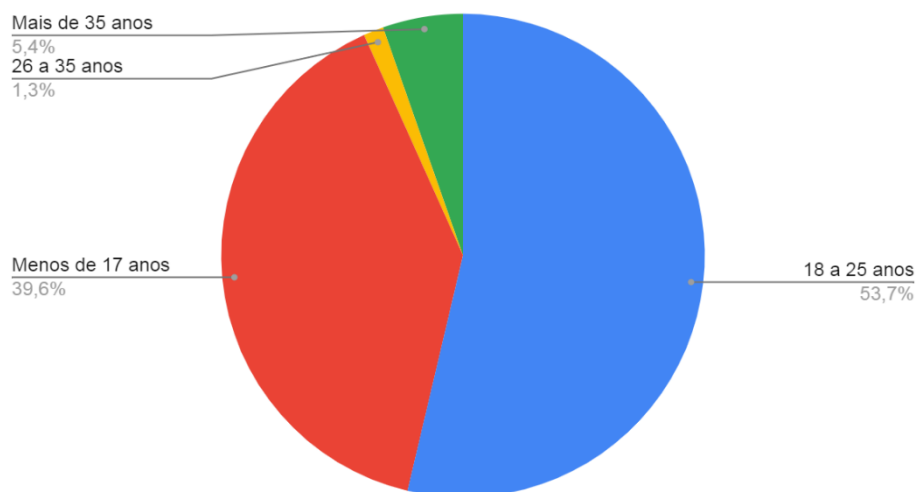


Figura 18: Idade dos entrevistados

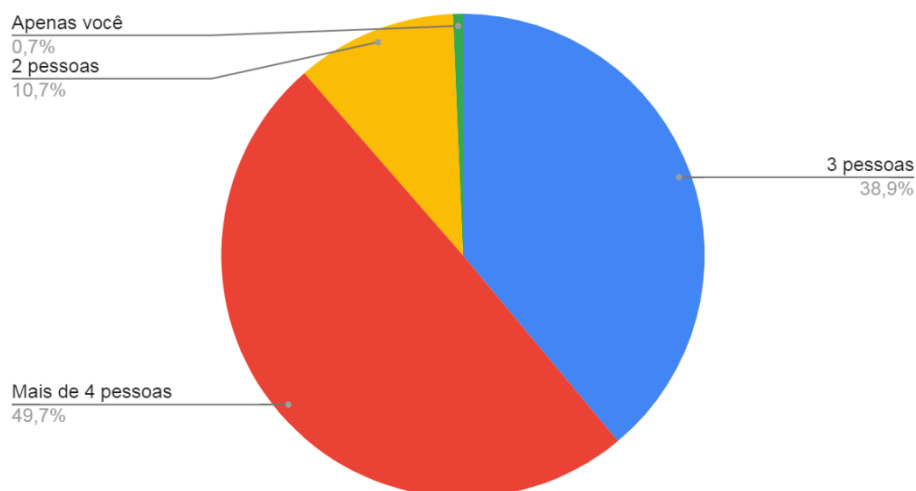


Figura 19: Número de pessoas por residência

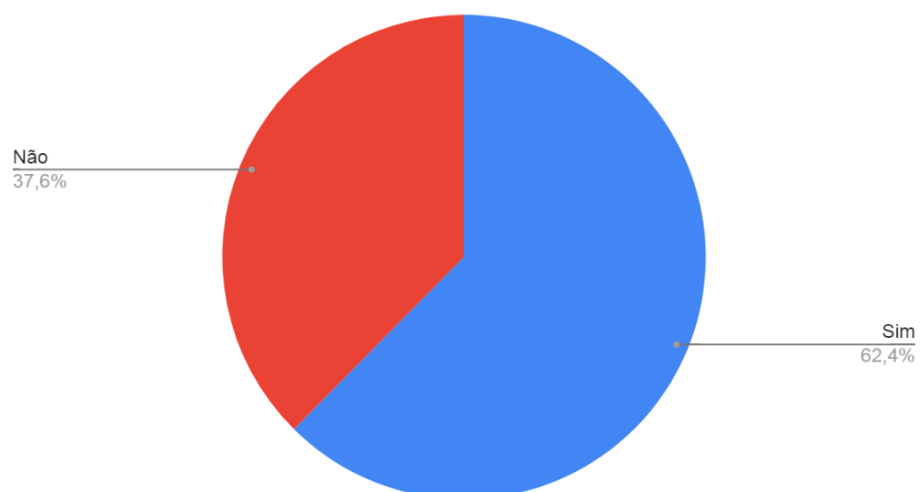


Figura 20: Se é praticada reciclagem nas residências

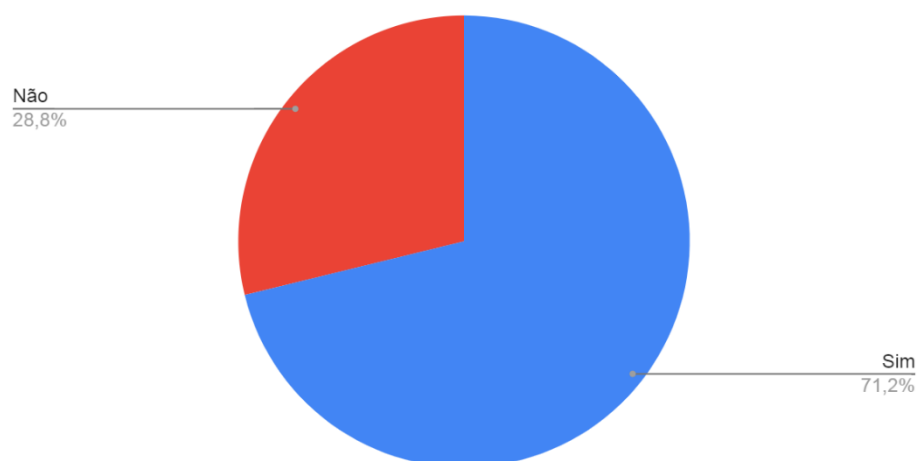


Figura 21: Se é exercida a reciclagem de garrafas PET

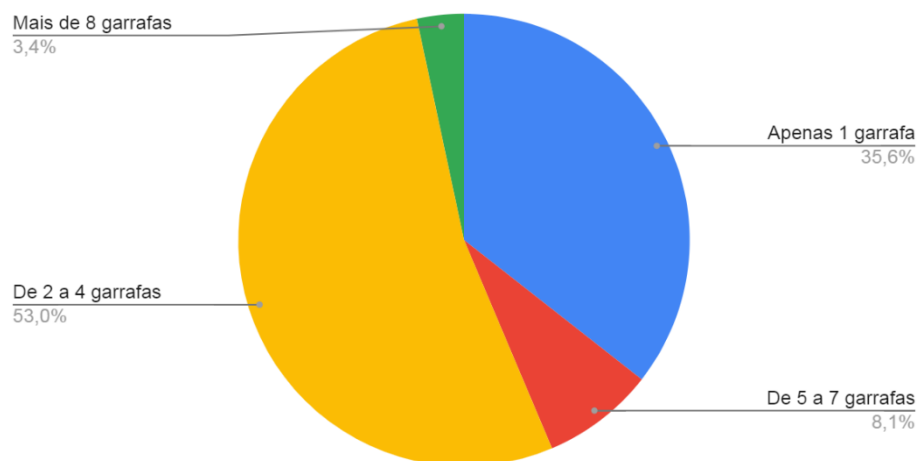


Figura 22: Número de garrafas PET descartadas semanalmente

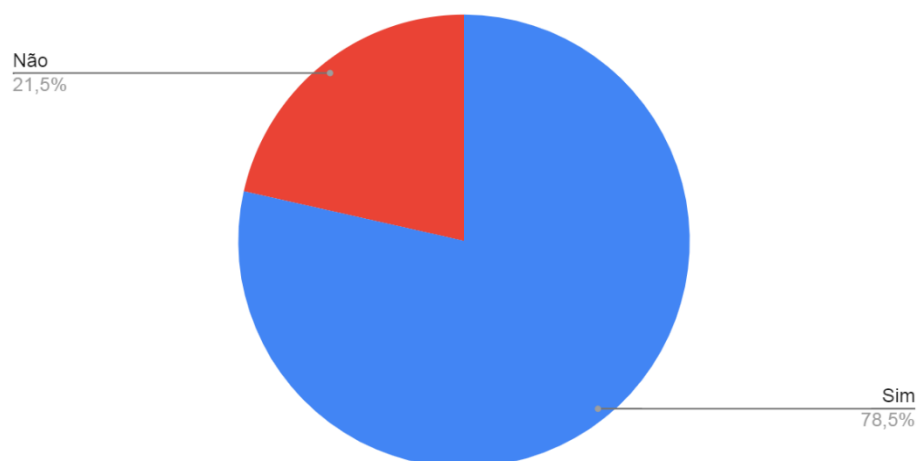


Figura 23: Conhecimento de usos para garrafas PET recicladas

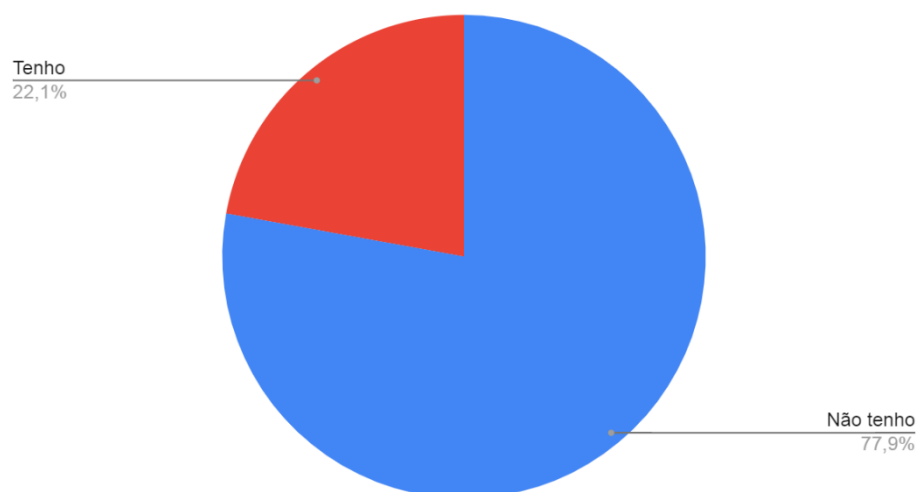


Figura 24: Se é possuída experiência com impressão 3D

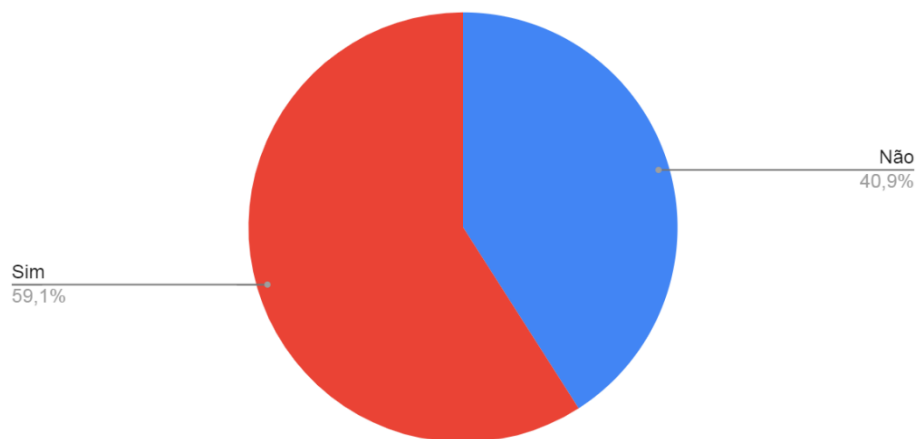


Figura 25: Interesse na aquisição de impressoras 3D

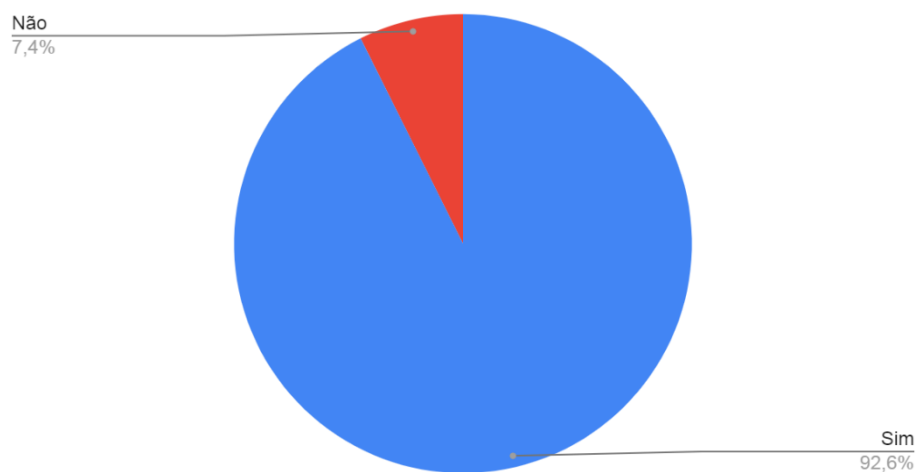


Figura 26: Confiança em um filamento de PET

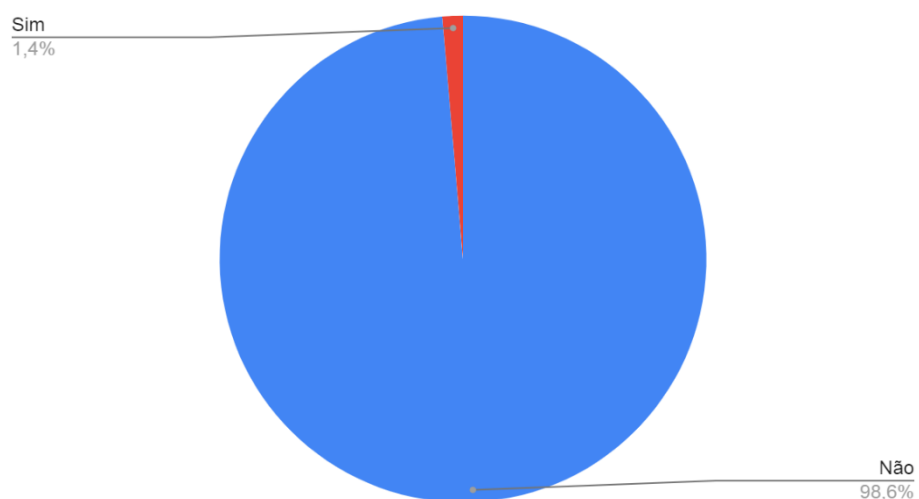


Figura 27: Pessoas que possuem uma impressora 3D

Com a pesquisas, concluímos que em uma residência pode ser adquirido em média de 4 garrafas PET em uma semana, o que rende aproximadamente x metros

Conseguimos desenvolver um primeiro projeto, porém tivemos problemas quanto a sua construção, as ferramentas que tínhamos disponíveis para serrar a madeira nas medidas necessárias não eram adequadas, pois devíamos realizar cortes extensos e com as ferramentas em uso, esses cortes saíam de forma insatisfatória que dificultava o corte do PET. No final do desenvolvimento, nossa máquina ficou da seguinte forma:



Figura 29: Máquina Manual 1

Durante os testes com o primeiro projeto, devido aos problemas apresentados anteriormente, a máquina não apresentou resultados satisfatórios, onde o plástico da garrafa PET era apenas “aparado”.

Após esses resultados, tentamos reduzir o número de cortes necessários e então reduzir a possibilidade de erros. Para isso fomos à procura de inspirações para máquinas filetadoras manuais.

Após a pesquisa encontramos um primeiro modelo, no site “Sempre Sustentável”, o qual foca em projetos para reciclagem e sustentabilidade, decidimos usar esse modelo como base:

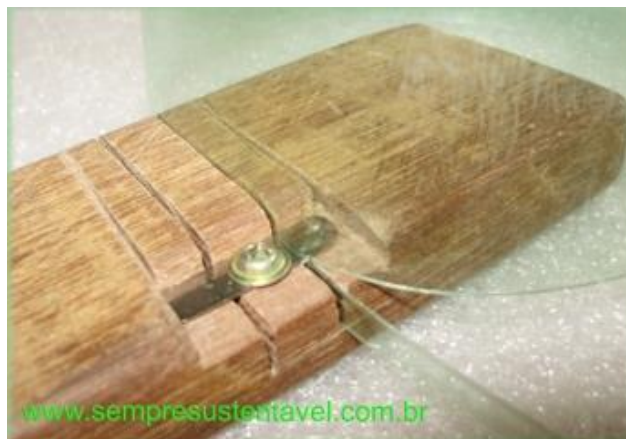


Figura 30: Filetador Manual Base



Figura 31: Filetador Manual Base (Rascunho)

Fomos para a oficina a fim de realizar esse projeto e testá-lo, após o corte e posicionamento da lâmina, a máquina ficou da seguinte forma:



Figura 32: Máquina manual 2

Após os testes, o problema do “picotamento” ainda persiste, porém constatamos como evitá-lo. Para esse problema não ocorrer, a garrafa deve ser orientada a fim de permanecer reta, não podendo ter inclinações durante o corte, resolvemos assim implementar um eixo vertical que passará pelo bocal a mantendo a posição desejada.

Portanto, ao final desses testes, conseguimos reduzir o número de cortes feitos no suporte da lâmina para um e como prolongar o corte da garrafa, aproveitando o máximo possível dela.

7.3. Montagem do REPET

Após a montagem do REPET, ele ficou da seguinte maneira:

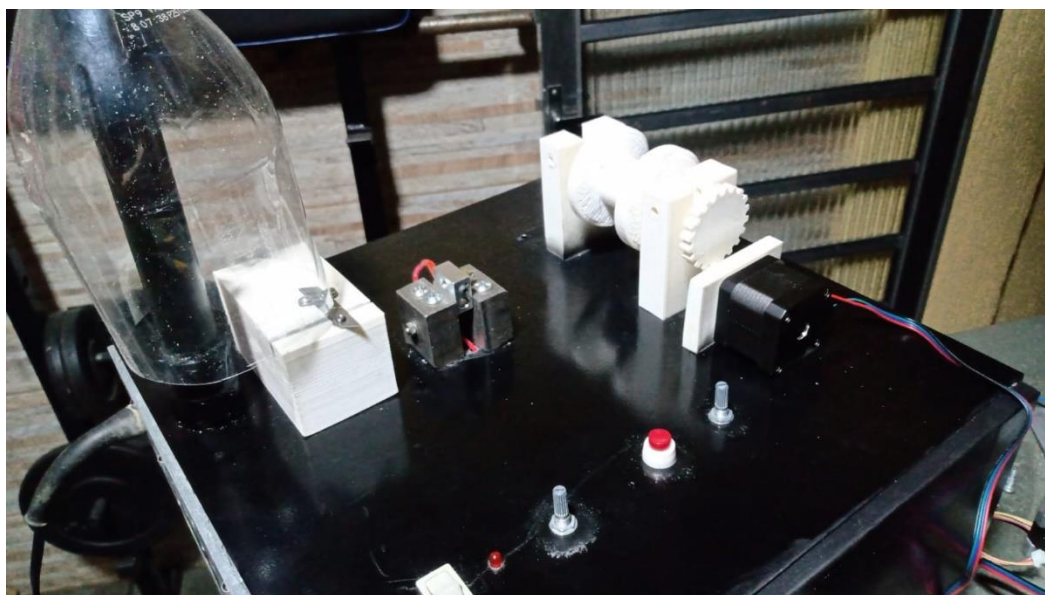


Figura 33: REPET - Vista traseira

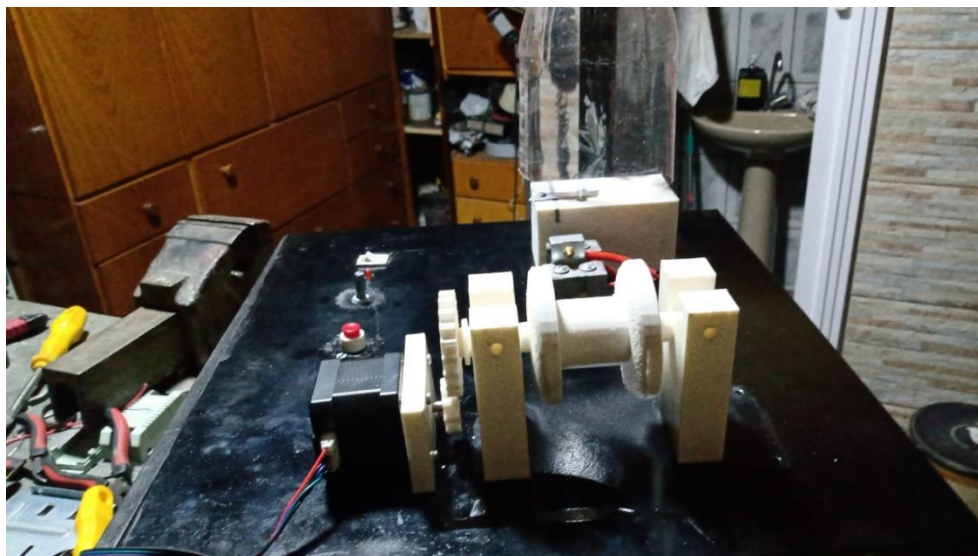


Figura 34: REPET - Vista frontal

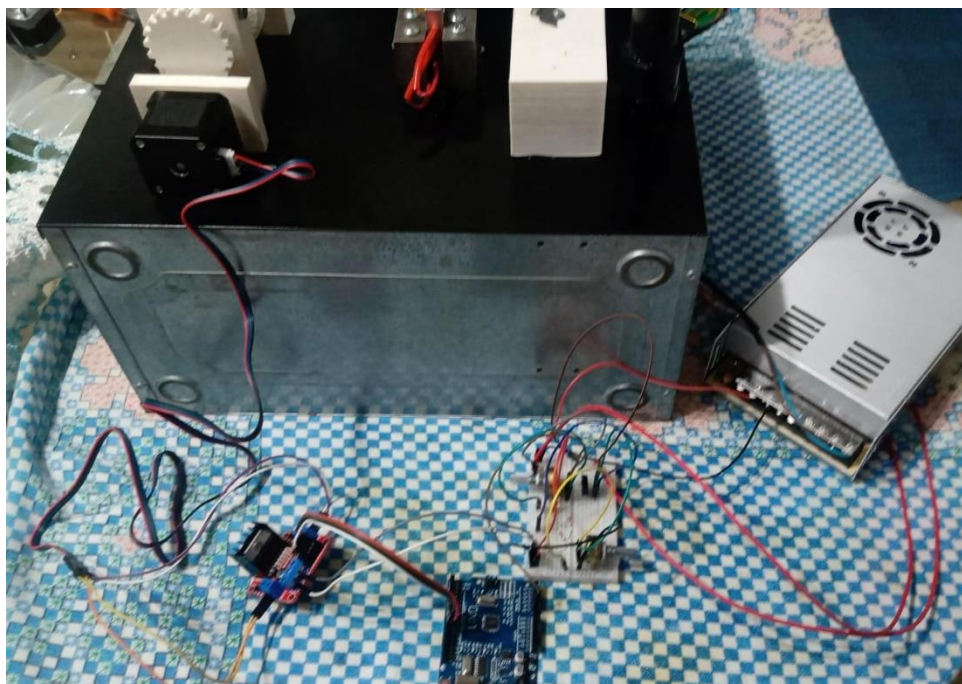


Figura 35: REPET - Sistema elétrico

O suporte para a garrafa PET foi implementado, dessa forma impedindo o picotamento durante o trifelamento, além disso, utilizando o corpo do REPET foi possível inserir os componentes eletroeletrônicos dentro dele, economizando espaço e protegendo o sistema de eventuais problemas.

7.4. Dados do Projeto

Ao final do projeto, ele foi finalizado com as seguintes medidas e peso:

| DADOS DO PROJETO | |
|------------------|--------|
| Comprimento | 338mm |
| Largura | 350mm |
| Altura | 470mm |
| Peso | 3,5 Kg |

Figura 36: Dados REPET

7.5. Testes com o filamento

Os testes com o filamento não foram realizados devido a um problema no mesmo, onde um pequeno canal nele poderia decorrer em erros na impressão, porém se utilizado de forma menos profissional ou com tolerâncias altas, o filamento seria de grande utilidade.

8. Conclusões

Esse trabalho pretendeu dar um novo destino para as garrafas PET que iriam para descartes em residências e não necessariamente seriam recicladas. A partir da criação e análise do REPET, tivemos uma compreensão do quão útil pode ser um filamento de baixo custo e de alta sustentabilidade.

Nosso primeiro objetivo era desenvolver um bobinador para o filamento produzido, e após a construção do REPET, verificou-se que foi possível realizar por meio de um carretel específico no qual o filamento será preso;

No segundo objetivo desejávamos montar uma forma de regular a espessura do filamento, ao final do projeto conseguimos realizar um sistema manual para a troca da espessura do filamento, bastando somente trocar o “bico” do hotend do REPET;

No terceiro objetivo tínhamos como intuito constatar o tempo necessário para o bobinamento de uma garrafa PET e caso necessário averiguar a viabilidade de diminuir esse tempo. Vimos que para diminuir esse tempo é possível montar um sistema de resfriamento para o filamento que sai do hotend, podendo assim mandá-lo mais rápido para o carretel;

E em relação aos nossos outros objetivos, que consistiam em analisar a viabilidade do filamento e de construir uma máquina econômica que possa ser inserida em um ambiente de trabalho sem complicações, conseguimos cumpri-los de forma satisfatória, o REPET possui um tamanho de 338mm de comprimento, 350mm de largura e 470mm de altura, sendo um tamanho que consideramos eficiente para um ambiente de trabalho, mesmo que reduzido. Além de o filamento poder ser usado sem

muitos problemas em uma impressora 3D convencional, tendo somente que regular a temperatura para se trabalhar com o PET, tendo como um único impedimento um pequeno canal que fica nele, devido à falta de pressão na hora de moldar a fita de PET em um fio, que pode acarretar erros na impressão, necessitando revisões no projeto.

Verificou-se que o REPET demonstrou resultados satisfatórios, cumprindo com sua função, oferecendo um filamento que pode ser utilizado na impressão 3D além de bobiná-lo em um carretel próprio para facilitar o uso após o processo. Ademais, o projeto pode auxiliar na preservação do meio ambiente, direcionando garrafas PET que seriam descartadas para um uso novo de montar as mais diversas figuras e projetos 3D.

Além disso, em nossos testes as peças feitas com o filamento apresentaram resultados satisfatórios em comparação com outros plásticos auxiliando na reciclagem e quesitos financeiros de quem desejar usar o novo filamento comercialmente.

Porém, análises futuras devem ser realizadas, a fim de constatar mudanças para melhor aplicação prática, como reduzir o tempo para trifelar uma garrafa, ou talvez tornar mais compacto o projeto. Além de ver a viabilidade da implementação de um sistema melhor para o molde do filamento, removendo o canal que o filamento apresenta, aperfeiçoando as impressões feitas com ele.

9. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET, APLICAÇÕES PARA O PET PÓS-CONSUMO RECICLADO – PET PCR. Disponível em: <https://abipet.org.br/aplicacoes/>. Acesso em 12 ago. 2023.

BARAK, Meir. Why Does It Take Plastic So Long to Break Down? Disponível em: <https://davidson.weizmann.ac.il/en/online/askexpert/why-does-it-take-plastic-so-long-break-down>. Acesso em: 07 jun. 2023.

EXCONDE, Mark; CO, Julie; MANAPAT, Jill; JUNIOR, Eduardo. Materials Selection of 3D Printing Filament and Utilization of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) in a Redesigned Breadboard. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119309916>. Acesso em: 31 mai. 2023.

FLYNT, Joseph. History of 3D Printing. Disponível em: <https://3dinsider.com/history-of-3d-printing/>. Acesso em: 16 mai. 2023.

G1. Praia de São Conrado tem 'onda de lixo' após temporal. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/01/04/praiade-sao-conrado-tem-onda-de-lixo-apos-temporal-video.ghtml>. Acesso em: 07 ago. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA. Próteses de Impressora 3D oferecem novas possibilidades de tratamento para pacientes do INTO. Disponível em: <https://www.into.saude.gov.br/area-de-imprensa/noticias/810-into-desenvolve-tratamento-para-deformidade-nos-dedos-que-dispensa-cirurgia-2#:~:text=O%20objetivo%20é%20usar%20as,duas%20próteses%20a%20cada%20quinzena>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MANCINI, Sandro; BEZERRA, Maxwell; ZANIN, Maria. Reciclagem de PET Advindo de Garrafas de Refrigerante Pós-Consumo. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/JcWbZHYgPtLs6QMjirKtS7F/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MELO, João. Falta de reciclagem na Impressão 3D. Disponível em: <https://3dfila.com.br/blog/falta-de-reciclagem-na-impresao-3d/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

PIMENTA, Julia. A garrafa PET: o que é, impactos e reciclagem. Disponível em: <https://recicla.club/o-que-e-a-garrafa-pet/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

PIRES, Homero; CARVALHO, Ana Luiza. A Versatilidade do PET: Aplicações, Reciclabilidade e Inovações. Disponível em:

<https://ima.ufrj.br/images/documents/documentos/semana-de-polimeros/31-14.15-A-versatilidade-do-PET-APLICA.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.

PORTO, Thomás. Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019793.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.

SANTOS, Matheus. Estudo da reciclabilidade do PET oriundo das embalagens multicamadas. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/65402>. Acesso em: 08 jun. 2023.

SEABRA, Giovanni; MENDONÇA, Ivo. Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Erico-Pereira-Silva/publication/323825745_Avaliacao_do_conhecimento_sobre_animais_peconhentos_e_venenosos_entre_estudantes_de_escola_publica_de_Mogi-Guacu_SP/links/5aac9e77a6fdcc1bc0b8dcc7/Avaliacao-do-conhecimento-sobre-animais-peconhentos-e-venenosos-entre-estudantes-de-escola-publica-de-Mogi-Guacu-SP. Acesso em: 16 mai. 2023.

Sempre Sustentável. PROJETO EXPERIMENTAL DO FILETADOR DE GARRAFA PET DE BAIXO CUSTO. Disponível em: <https://www.sempresustentavel.com.br/outrosprojetos/filetador/filetador.htm>. Acesso em: 02 ago. 2023.

TROMBINI, R. C.; AGNELLI, J. A. M.; TAFURI, R. M. Comportamento Mecânico do PET, do PEN e das blendas poliméricas PET/PEN. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbecimat/2000/Docs/TC407-028.pdf>. Acesso em: 05 set. 2023.

VAUCHER, Joanne; DEMONGEOT, Adrien; MICHAUD, Véronique; LETERRIER, Yves. Recycling of Bottle Grade PET: Influence of HDPE Contamination on the Microstructure and Mechanical Performance of 3D Printed Parts. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/24/5507>. Acesso em: 31 mai. 2023.