



CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Etec JÚLIO DE MESQUITA

Técnico em Mecatrônica

Fernanda Estevanato

Arthur da Silva Alves

Carlos Eduardo Osório

Henrique de Andrade Rodrigues

Higor Albuquerque

Isabelle Lucatelli

**LIXOTECH: PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA DE
SEPARAÇÃO AUTOMÁTICA DE LIXO RECICLÁVEL**

Santo André - SP

2023

Fernanda Estevanato, Isabelle Lucatelli, Arthur da Silva, Carlos Osório, Henrique Andrade e Higor Albuquerque.

LixoTech

Projeto e desenvolvimento de uma máquina de separação automática de lixo reciclável.

Trabalho de Conclusão de Curso, ETEC Júlio de Mesquita como requisito parcial para obtenção do título de técnico em mecatrônica.

Área de concentração:

Orientador: Francisco Marchiori Carvalho

Coorientador: Rinaldo Ferreira Martins

Santo André

2023

Fernanda Estevanato, Isabelle Lucatelli, Arthur da Silva, Carlos Osório, Henrique Andrade e Higor Albuquerque.

LixoTech

Projeto e desenvolvimento de uma máquina de separação automática de lixo reciclável.

Trabalho de Conclusão de Curso, ETEC Júlio de Mesquita como requisito parcial para obtenção do título de técnico em mecatrônica.

Área de concentração:

Santo André, Novembro de 2023

Banca Examinadora:

Nome – Titulação (sigla da instituição)

Nome – Titulação (sigla da instituição)

Nome – Titulação (sigla da instituição)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores da instituição, em especial ao mentor Francisco Marchiori, que acompanhou nossa jornada ao longo do ano sempre nos cercando de atenção. Nossos mais sinceros agradecimentos pelo apoio e incentivo para conclusão do projeto também é direcionado aos familiares que se envolveram na proposta, viabilizando até o impossível pelo Lixotech. Por fim, expressamos nossa gratidão aos nossos colegas de equipe, que finalizaram este trabalho com êxito.

“É só na escuridão que se percebe
os vagalumes.”

(EMICIDA, 2020.)

RESUMO

O presente trabalho mostra o desenvolvimento de uma esteira de separação automática de lixo reciclado, tal protótipo foi criado devido ao descaso industrial na área e a necessidade de uma medida de intervenção. A máquina conta com dois sensores capacitivos e um indutivo que captam respectivamente: plástico, vidro e metal, além de um ultrassônico responsável pela ativação do motor 12v utilizado na esteira. Os resultados obtidos em pesquisas e testes confirmam a eficácia da ideia e a possibilidade de implementação no cotidiano de diversos ambientes.

Palavras-chave: Mecatrônica, Sensores, Lixo, Reciclagem, Esteira.

ABSTRACT

The present work shows the development of an automatic recycling conveyor belt. This prototype was created due to industrial neglect in the area and the need for an intervention measure. The machine has two capacitive and one inductive sensors that capture plastic, glass and metal respectively, as well as an ultrasonic sensor responsible for activating the 12v motor used in the treadmill. The results obtained in research and tests confirm the effectiveness of the idea and the possibility of implementation in everyday life in different environments.

Keywords: Mechatronics, Sensors, Waste, Recycling, Conveyor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Aterro sanitário	15
Figura 2- Lixos mais produzidos no Brasil	16
Figura 3- Criança com os pais em um lixão	17
Figura 4 - Aterro sanitário	18
Figura 5- Estrutura interna do sensor capacitivo.....	19
Figura 6 – estrutura interna do sensor indutivo.....	20
Figura 7- Arduino R3.....	21
Figura 8 - Micro Servo motor sg90.....	22
Figura 9 - Gráfico do cronograma	23
Figura 10 - Motor 12V universal 8 dentes vidro elétrico	26
Figura 11 – Engrenamento	26
Figura 12 - Desenho técnico final LixoTech – 3 vistas.....	27
Figura 13 - Protótipo final – sensores.....	32
Figura 14 - Protótipo final – esteira	32
Figura 15 - Protótipo final - Descartes	33
Figura 16 - Vista 1.....	33
Figura 17 - Vista 2.....	34
Figura 18 - Vista 3.....	34
Figura 19 -Layout Autocad.....	36

Figura 20 - Layout Arduino	36
Figura 21 - Layout Tinkercad	36
Figura 22 - Layout Inventor	37
Figura 23 - Layout Proteus	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros de detecção do sensor capacitivo.....	19
Tabela 2 - Parâmetros de detecção do sensor indutivo.....	20
Tabela 3 - Cronograma Lixotech.....	23
Tabela 4- Orçamento Lixotech.....	37

SUMÁRIO

1.	Introdução	13
1.1	Objetivos	14
2.	Referencial Teórico	15
2.1	<i>Resíduos Sólidos</i>	15
2.2	<i>Coleta e tratamento de lixo</i>	16
3.	Sensores	19
3.1	<i>Capacitivo</i>	19
3.2	<i>Indutivo</i>	20
4.	Arduino e linguagem C++	21
4.1	Micro Servo motores	22
5.	Materiais e Métodos	23
5.1	<i>Organização de processos</i>	23
5.2	<i>Componentes estruturais – Desenvolvimento teórico</i>	24
5.3	<i>Etapa de desenvolvimento</i>	27
5.4	<i>Calibração do sistema de identificação</i>	28
6.	Protótipo final	32
6.1	<i>Protótipo 3D</i>	33
7.	Orçamento	35
8.	Plataformas utilizadas	36

9.	Referências.....	38
10.	Considerações finais.....	38

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população é algo notável no nosso país. Segundo as projeções atuais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2023) existem em média 217 milhões de brasileiros. Em decorrência disso e da melhoria socioeconômica das famílias, surge a necessidade de se produzir mais para atender as demandas de consumo da população.

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2020), estudo realizado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, em média, cada brasileiro gera 379,2 kg de lixo por ano. Isso corresponde a um pouco mais de 1 kg por dia.

Contudo, quanto maior o consumo, mais resíduos são gerados. Devido a isso, o governo do país tenta implantar políticas de incentivos à criação de novas tecnologias para uma boa direção desses detritos, tentando minimizar seus efeitos negativos.

A Lei Federal n.12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS), estabelece no artigo 7, inciso XIV o seguinte:

“São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;”.

Sendo de fácil análise os tópicos citados nas leis sobre o assunto, a linha de raciocínio mais óbvia é perceber que qualquer atitude negativa com relação à natureza voltará contra o ser humano, já que vivemos em um ecossistema com uma interdependência de cada indivíduo que o compõe.

Dados do RSU coletados em 2016 mostram que são produzidas aproximadamente duzentos e vinte mil toneladas de lixo por dia. Desse total, mais de trinta mil toneladas ficam a céu aberto diariamente. O lixo a céu aberto é um dos grandes provocadores da degradação do meio ambiente.

São vários os problemas que o descarte incorreto do lixo causa, que prejudica diretamente a vida pública. Dentre eles pode-se citar: alagamentos, inundações e deslizamentos provocados pela obstrução de bueiros impedindo o escoamento de águas pluviais, bloqueio de vias públicas e ampliações de vetores que afetam na saúde pública, poluição visual que acometem o turismo local, além do desperdício de recursos públicos com a limpeza do ambiente público, que muitas vezes pode ser evitável.

A compra/atribuição de novas funções para materiais recicláveis favorece e muito a situações de lixões, aterros sanitários e ademais lugares, sem nem citarmos a movimentação na economia em pequeno e grande porte, haja visto que a separação de tais materiais é feita em massa, mas também por catadores, recicladores individuais ou cooperativas.

Com bases nestes dados de pesquisa e um interesse genuíno nas ODSs que constituem o plano de ação de 30 anos da ONU, o LixoTech foi desenvolvido com base em um fator primordial quase não citado sobre a reciclagem: a falta de educação/capacitação em relação ao tema. É muito comum vermos adultos, jovens e até crianças fazendo o descarte incorreto de materiais, e por falta de conhecimento prejudicando muitas vezes sem a intenção nosso planeta.

O projeto consiste em uma máquina de separação automática de lixo reciclável, que serve majoritariamente para executar o trabalho de descarte correto. Seu funcionamento depende de elementos eletrônicos, elétricos e mecânicos de pequeno porte, tornando-a uma aplicação fácil a qualquer ambiente.

1.1 Objetivos

Implementando no ambiente escolar um processo automático de reciclagem semelhante aos feitos em escala industrial pelo país todo, o LixoTech pode trazer aos locais que for introduzido melhoras significativas na coleta seletiva. Ambientes escolares tendem a ter o descarte de materiais não orgânicos como plástico, vidro ou papel em abundância devido as atividades ali realizadas, e nosso objetivo com o projeto é que o lixo gerado cotidianamente por milhares de alunos possa chegar em segurança e com facilidade a postos de reciclagem da coleta seletiva, diminuindo o impacto ambiental que seria causado e educando os jovens que estariam envolvidos no projeto apenas utilizando nossa máquina. Nosso trabalho é uma ideia formada originalmente para o “Hackathon 2022” do Centro Paula Souza, por essa razão as dimensões do protótipo foram pensadas especialmente para ETECS.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos Sólidos

É chamado de “resíduo sólido” todo o lixo proveniente das residências, indústrias, hospitais ou comércio que seja descartado em estado sólido ou semissólido. Eles podem ser classificados em lixo comum, público ou especiais.

O resíduo comum, geralmente composto de matéria orgânica, papéis, plásticos e latinhas, é encontrado no descarte domiciliar. Lixo público pode ser qualificado por tudo que seja proveniente da limpeza urbana, as folhas e galhos limpos das ruas juntamente dos resíduos encontrados em córregos, lagos ou rios também são bons exemplos de tal divisão.

Já o lixo especial pode ser qualificado como aqueles que apresentam substâncias que degradam a saúde humana diretamente, como os descartes hospitalares, resíduos químicos, biológicos ou radioativos provenientes de equipamentos usados industrialmente.

O lixo comum é o produzido em maior escala global, haja visto que é algo resultante da vida cotidiana de todos os indivíduos. Seus números crescem exorbitantemente com o passar dos anos, e as ações humanas são sempre as responsáveis pelas estatísticas.



Figura 1- Aterro sanitário

(FONTE: BRASIL ESCOLA)

No Brasil, a Lei 12.305 de Política Nacional de Resíduos Sólidos disciplina a gestão de resíduos sólidos, determina as diretrizes relativas à gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, fazendo distinção entre o lixo que pode ser reciclado ou reaproveitado e o lixo

perigoso, aquele que é rejeitado. Incentiva a coleta seletiva e a reciclagem em todos os municípios brasileiros

Segundo o "jornal globo" (fev. 2022):

“Foram 460 milhões de toneladas de plástico produzidas em 2019 — isso equivale ao peso de 45.500 torres Eiffel —, sendo que a maior parte disso se transforma em resíduo plástico. Apenas 9% deste volume foi reciclado adequadamente”

Os dados analisados para escolha de materiais a serem trabalhados em nosso protótipo indicaram onde está a maior defasagem na educação reciclável no Brasil atualmente, transformando o LixoTech em um sistema cujo público alvo é o cidadão em sua vida cotidiana.

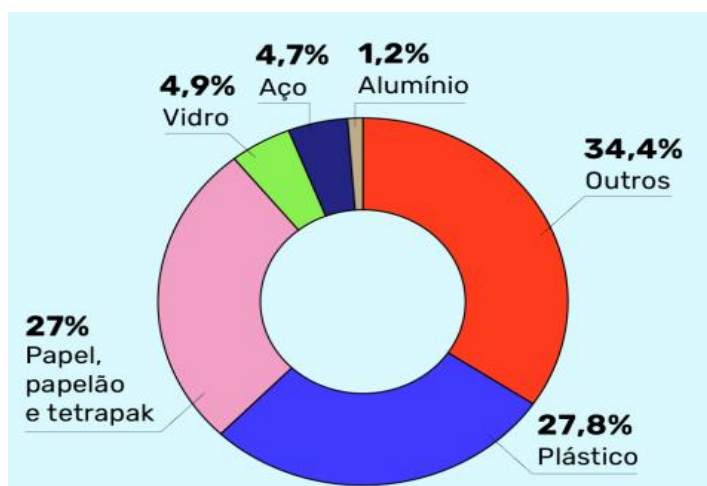


Figura 2- Lixos mais produzidos no Brasil

(FONTE: JORNAL GLOBO).

2.2 Coleta e tratamento de lixo

A coleta de lixo é um serviço em sua maioria ofertado de origem pública, vindo da prefeitura de cada cidade, seu objetivo é tirar o lixo sólido das ruas e descartá-los em lugares próprios para esse tipo de atividade, como lixões, aterros sanitários ou controlados. Essa coleta pode ou não ser seletiva, consistindo na separação ou não dos materiais recicláveis em meio ao lixo. Tal separação pode ser feita pelos próprios moradores ou então em usinas de triagem.

Lixões são vazadouros a céu aberto que não fornecem nenhum tratamento ao lixo, consistem em basicamente um pedaço de terra onde todos os tipos de lixo são descartados simplesmente ignorando seus riscos indicados nas classificações de separação. Geralmente ficam longe de centros urbanos, apresentando-se como uma falsa solução a população. Eles são responsáveis por contaminações seríssimas no solo, água e ar, além de serem poços sem fundo de doenças como a dengue, febre amarela, leptospirose e ademais.



Figura 3- Criança com os pais em um lixão

(FONTE: G1)

Aterros sanitários por sua vez, só tem o lixo industrial e residencial sendo descartados em seus terrenos. Os solos destas áreas recebem tratamento para tal, o que significa que foram impermeabilizados, nivelados e selados com argila e PVC para agredir menos o ambiente. Eles também possuem um sistema de drenagem para retirada do chorume (líquido preto e tóxico resultante da decomposição do lixo) que é tratado e depois devolvido ao meio ambiente. O maior malefício dos aterros sanitários é sua vida curta (cerca de vinte anos) e que mesmo depois de desativados, continuam produzindo chorume.



Figura 4 - Aterro sanitário

(FONTE: TODA MATÉRIA)

Aterros controlados, por sua vez, recebem cobertura nos solos e tem os materiais descartados neles dispostos controladamente, entretanto, não contam com a impermeabilização ou drenagem presente em aterros sanitários.

A incineração também pode ser pautada, mas sua única utilidade é diminuir o volume do lixo descartado, para que caiba mais daquilo no lugar onde está inserido.

Em meio a tudo isso, as vantagens da coleta seletiva são inúmeras. A iniciativa reduz a quantidade de lixo descartado nos locais prejudiciais ao meio ambiente, gera matéria prima reciclável evitando contaminações de solo, água ou ar e também o gasto de recursos não renováveis de forma desnecessária. Os “3rs” da reciclagem, como são chamados seus processos podem salvar o planeta terra.

Segundo o site toda matéria:

“Reduzir: mudança dos hábitos de consumo, reduzindo assim a proliferação de lixo. Reutilizar: reutilização de materiais como sacolas de plástico, potes de vidro etc. Reciclar: através de processos artesanais ou industriais, transformam-se materiais usados em materiais novos;”.

3. SENSORES

Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico ou químico de maneira específica, produzindo um sinal que pode ser transformado em outra grandeza física para fins de medição e/ou monitoramento.

3.1 Capacitivo

Sensores capacitivos detectam materiais metálicos e não metálicos através do eletrodo em seu interior que gera um campo elétrico alternado que sai da face de detecção. O objeto analisado influencia o potencial elétrico do campo alternado ou faz que a capacitância aumente, isso é relatado ao oscilador, que faz seu nível mudar e a medida é comparada com o limite definido internamente, onde ele por fim identifica o material detectado

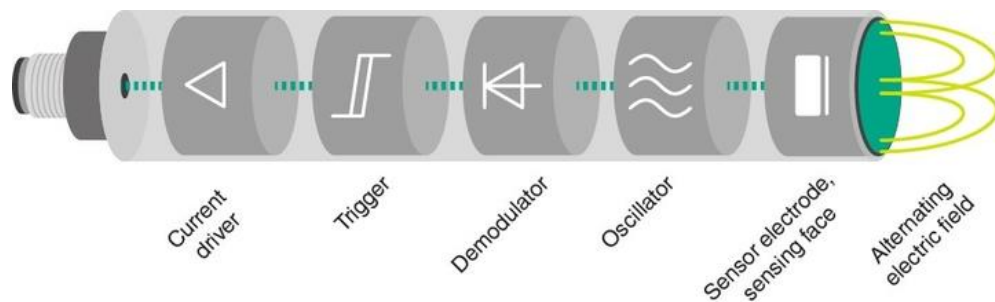


Figura 5- Estrutura interna do sensor capacitivo

(FONTE: BLOG SENSE)

Tabela 1- Parâmetros de detecção do sensor capacitivo

Material do Objeto	Fator de Redução
Metal	1
Água	1
Vidro	0,4 a 0,6
Cerâmica	0,2 a 0,5
PVC	0,2 a 0,47
Acrílico	0,39 a 0,45
Polycarbonato	0,26 a 0,4

(FONTE: BLOG SENSE)

3.2 Indutivo

Quando um material metálico penetra este campo, são induzidas pequenas correntes parasitas. Com a indução no metal, ocorre uma diminuição na energia do campo e, conseqüentemente na amplitude do sinal proveniente do oscilador. Quando este sinal se torna muito baixo, o circuito de disparo percebe a mudança e altera a tensão de saída. Fornecendo uma resposta lógica, de nível alto ou baixo, que pode ser utilizada no controle do processo.

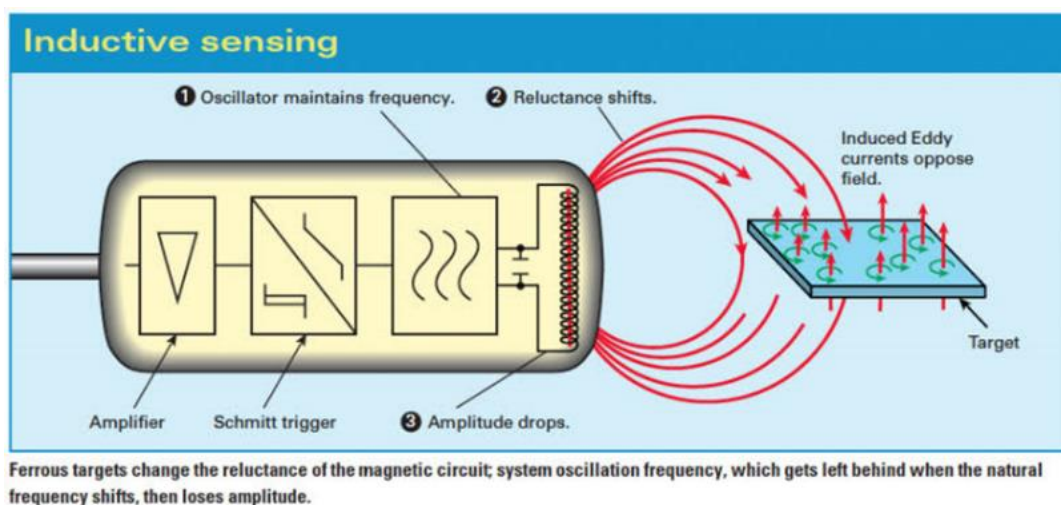


Figura 6 – estrutura interna do sensor indutivo

(FONTE: BLOG SENSE)

Tabela 2 – Parâmetros de detecção do sensor indutivo

Material do Objeto	Fator de Redução
Aço	1
Aço Inoxidável	0,85
Latão	0,50
Alumínio	0,45
Cobre	0,40

(FONTE: BLOG SENSE)

4. ARDUINO E LINGUAGEM C++

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto (open-source) e hardware livre. Em sua estrutura temos componentes como um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saída e programação via IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado).

Seu software é desenvolvido por meio de linguagem baseada em C/C++, usando um ambiente gráfico escrito em Java. C++ é uma linguagem de programação open source orientada a objetos, utilizada tanto como linguagem de máquina quanto para softwares empresariais, acadêmicos, jogos, edição de imagens, fotos e vídeos.

A aplicação destes materiais no LixoTech está presente na programação de toda máquina, o Arduino foi a plataforma escolhida para garantir o contato de todos os sensores e servo motores ao longo de nossa esteira, proporcionando o funcionamento da máquina. Simulações foram feitas através da plataforma Tinkercad, e posteriormente aplicadas no Arduino.

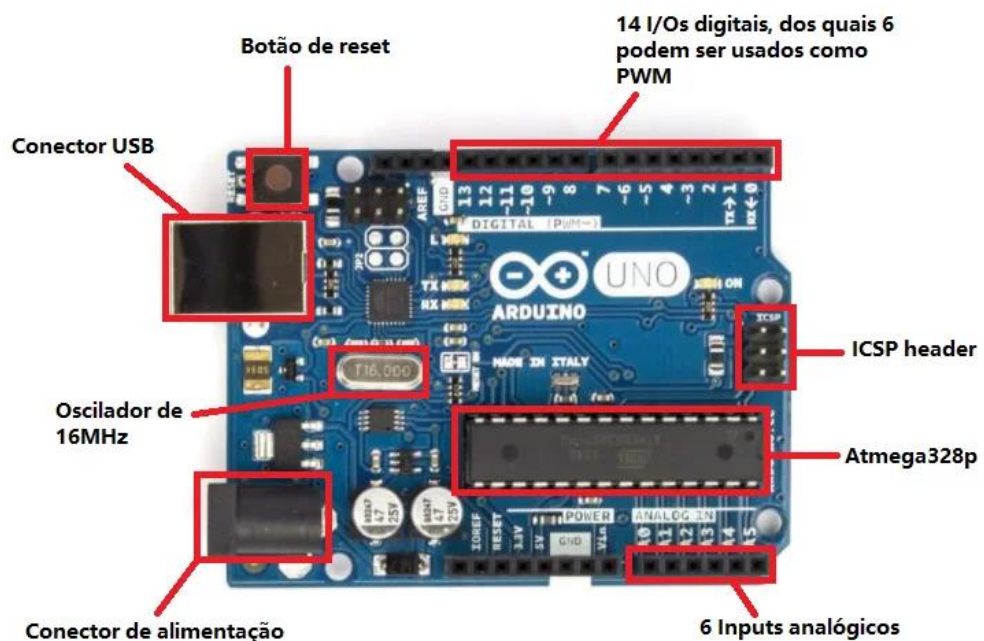


Figura 7- Arduino R3

(FONTE: VICTOR VISION)

4.1 Micro Servo motores

Servo motores são dispositivos eletromecânicos utilizados para controlar a posição, velocidade e, em alguns casos, a aceleração de um mecanismo ou sistema. Eles são amplamente empregados em aplicações que exigem um controle preciso do movimento, como em robótica, máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado), sistemas de automação industrial, aeroespacial, automobilística, e muitas outras áreas.

Os servos motores são compostos por três componentes principais:

- **Motor:** Geralmente, servo motores utilizam motores de corrente contínua (DC) ou motores de corrente alternada (AC) que podem ser de ímã permanente ou sem escovas (brushless). Esses motores fornecem a potência necessária para gerar o movimento.
- **Encoder:** Um encoder é um dispositivo que fornece feedback sobre a posição atual do eixo do motor. Isso permite que o sistema de controle saiba a posição real do mecanismo e faça os ajustes necessários para atingir a posição desejada.
- **Controlador:** O controlador é o cérebro do servo motor. Ele recebe comandos de um sistema de controle externo e utiliza o feedback do encoder para determinar como o motor deve se mover para atingir a posição desejada. O controlador ajusta a potência fornecida ao motor para garantir um movimento preciso e suave.



Figura 8 - Micro Servo motor sg90

(FONTE: LOJA DA ROBÓTICA)

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Organização de processos

O controle das etapas previstas para a execução do projeto foi feito desde sempre por um cronograma de tarefas, exibido junto de um gráfico para melhor análise da demora de cada passo.

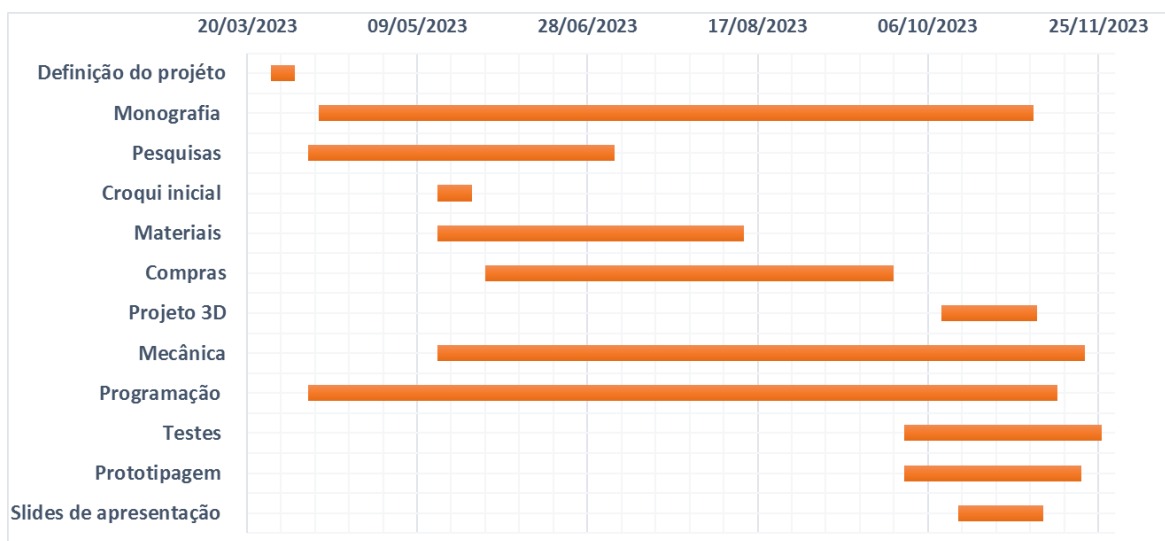


Figura 9 - Gráfico do cronograma

(FONTE: AUTOR)

Tabela 3 - Cronograma Lixotech

LIXOTECH - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES				
TAREFA	RESPONSÁVEL	INÍCIO	DURAÇÃO (DIAS)	TÉRMINO
Definição do projeto	Fernanda Estevanato	27/03/2023	7	03/04/2023
Monografia	Fernanda Estevanato e Higor Albuquerque	10/04/2023	210	06/11/2023
Pesquisas	Carlos Osório e Arthur Silva	07/04/2023	90	06/07/2023
Croqui inicial	Arthur Silva	15/05/2023	10	25/05/2023
Materiais	Fernanda Estevanato	15/05/2023	90	13/08/2023
Compras	Fernanda Estevanato	29/05/2023	120	26/09/2023
Projeto 3D	Henrique Andrade	10/10/2023	28	07/11/2023
Mecânica	Fernanda Estevanato, Arthur Silva e Carlos Osório	15/05/2023	190	21/11/2023
Programação	Fernanda Estevanato, Higor Albuquerque e Carlos Osório	07/04/2023	220	13/11/2023
Testes	Fernanda Estevanato e Isabelle Lucatelli	29/09/2023	58	26/11/2023
Prototipagem	Fernanda Estevanato, Arthur Silva e Carlos Osório	29/09/2023	52	20/11/2023
Slides de apresentação	Fernanda Estevanato e Isabelle Lucatelli	15/10/2023	25	09/11/2023

(FONTE: AUTOR)

5.2 Componentes estruturais – Desenvolvimento teórico

Através de cálculos feitos preliminarmente durante o desenvolvimento teórico de nosso trabalho, averiguamos a possibilidade de uso do motor e engrenagens escolhidos, garantindo eficiência no trabalho a ser executado.

Dados preliminares:

- *Massa estimada do item mais pesado descartado na máquina (m)=0,5 Kg*
- *Maior distância percorrida pelo item mais pesado (x)=0,7 m*
- *Tempo ideal para percorrer a maior distância (t)=5 s*
- *Diâmetro primitivo da engrenagem do rolete motor (d_{rm})= 30 mm=0,03m*
- *Relação de transmissão das engrenagens (i)=1:2=0,5*
- *Rendimento da transmissão por engrenagens (η)=0,98*

Cálculo do raio primitivo da engrenagem do rolete motor em metros

$$r_{rm} = \frac{d_{rm}}{2} = \frac{0,03}{2} = 0,015 \text{ m}$$

Cálculo da velocidade do item mais pesado na maior distância

$$v = \frac{x}{t} = \frac{0,7}{5} = 0,14 \text{ m/s}$$

Cálculo da rotação no eixo do carretel em rotações por minuto

$$w = \frac{v}{r_{rm}} = \frac{0,14}{0,03} = 4,6 \text{ rad/s} \quad (\text{onde } w \text{ é a velocidade angular do rolete motor})$$

$$f = \frac{w}{2\pi} = \frac{4,6}{2\pi} = 0,72 \text{ s}^{-1} = 0,72 \text{ Hz} \quad (\text{onde } f \text{ é a frequência do rolete motor})$$

$$n = f \cdot 60 = 0,72 \cdot 60 = 43,2 \text{ rpm}$$

Cálculo do torque necessário no eixo do rolete motor

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

Isolando F,

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

Sendo assim,

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

$$F = 0,5 \cdot \frac{0,7}{2 \cdot 5^2} = 5,6 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

Torque no eixo do rolete motor:

$$Mt_c = F \cdot r_{rm} = 5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 0,03 = 1,68 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$$

Cálculo da potência do motor elétrico em watts

$$P = \frac{Mt_c \cdot w}{\eta} = \frac{1,68 \cdot 10^{-3} \cdot 4,6}{0,98} = 7,8 \cdot 10^{-4} \text{ W}$$

Dessa forma, foi possível montar o sistema de engrenagens utilizado na esteira utilizando um motor para vidro elétrico 12V.

Especificações do motor escolhido:

- Voltagem: 12v;
- Engrenagem de 8 dentes;
- Corrente nominal: 7,5a;
- Corrente sem carga: 2,5a;
- Corrente motor travado: 25a;
- Torque nominal: 3n.m;
- Torque motor travado: 8n.m;
- Ruído: 55db;

- Velocidade nominal: 65 +/- 15rpm;
- Velocidade sem carga: 80 rpm;



Figura 10 - Motor 12V universal 8 dentes vidro elétrico

(FONTE: AUTOR)



Figura 11 – Engrenamento

(FONTE: AUTOR)

Com o dimensionamento dos elementos de máquina, conseguimos desenvolver o croqui estrutural do Lixotech, feito pelo aplicativo inventor, suas cotas foram feitas em escala 1:1.

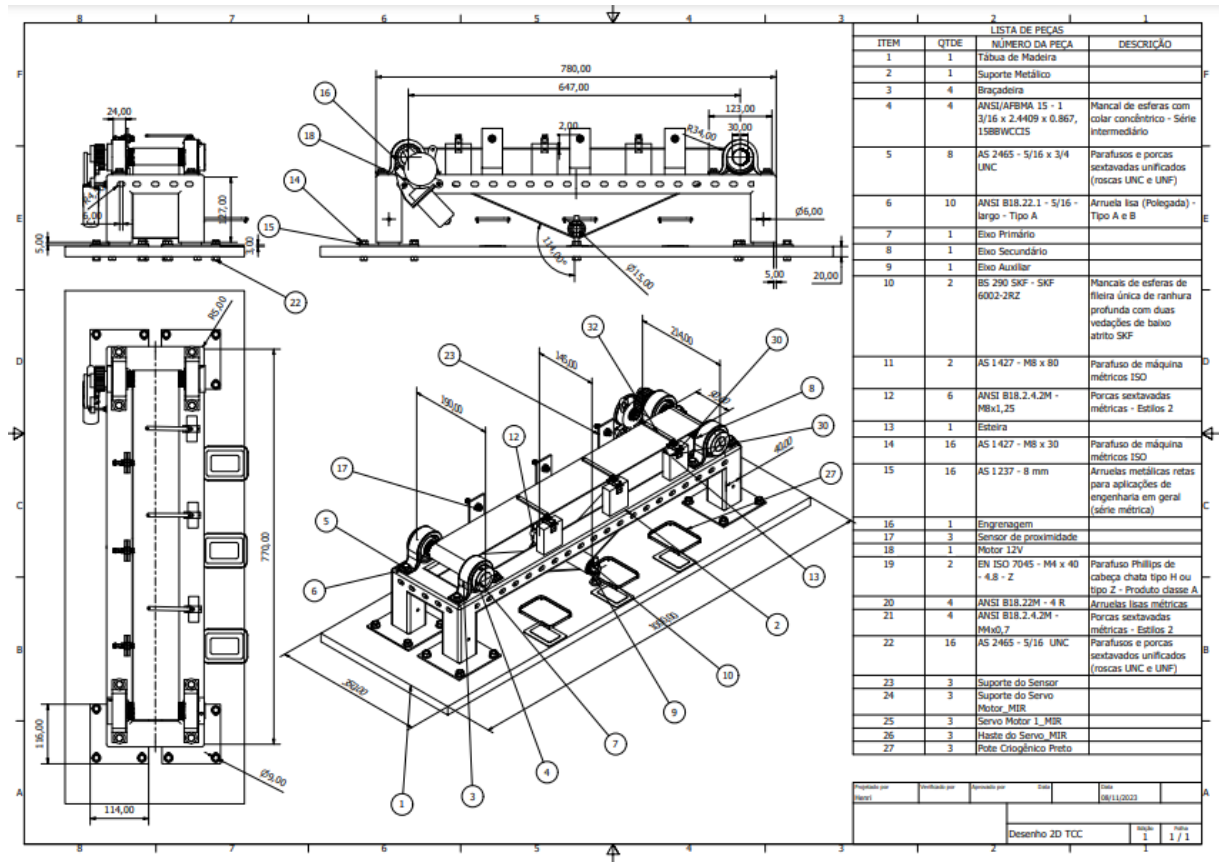


Figura 12 - Desenho técnico final LixoTech – 3 vistas

(FONTE: AUTOR)

5.3 Etapa de desenvolvimento

1. Após a definição do projeto e conclusão das pesquisas, a prototipagem iniciou-se com a estrutura da esteira. Foi fabricado pela equipe em auxílio de professores os eixos que faltavam para o sistema com mancais. Todas as peças foram cortadas, torneadas, faceadas e recartilhadas. Cantoneiras soldadas permitiram a criação dos quatro pés da esteira transportadora.
2. Com a sustentação do projeto concluída, foram tiradas as medidas necessárias para que fosse decidido a distância que cada componente iria ocupar ao longo da esteira, os servos motores teriam intervalos de 160mm entre eles, e os sensores também.
- 3.

<p>O estudo dos sensores utilizados foi um processo longo, diversas programações foram testadas a fim de entender os funcionamentos para uma boa execução das atividades. Decidimos os materiais que seriam usados de testes e calculamos suas constantes dielétricas para leitura através dos componentes eletrônicos.</p>
<p>4. O motor 12v utilizado não poderia ser acoplado diretamente no eixo da esteira, o que ocasionou a criação de um sistema de engrenagens entre a engrenagem do motor e uma engrenagem de 22 dentes retos de 1mm e um furo interno de 30mm para que pudesse ser acoplada ao eixo da esteira.</p>
<p>5. Suportes que permitiriam o nivelamento dos micros servos motores na altura da esteira foram confeccionados pela equipe e presos a estrutura principal, o motor também foi fixo nas cantoneiras através de parafusos.</p>
<p>6. A parte eletrônica e elétrica foi posicionada e fixada na tábua de suporte da máquina, e a programação passou por seus testes finais. A lógica utilizada dizia ao programa: “Se for plástico, acionar motor 1, se for vidro, acionar motor 2, se for metal, acionar motor 3.</p>
<p>7. Execução do projeto.</p>
<p>8. Resolução das falhas.</p>

5.4 Calibração do sistema de identificação

Para utilizar sensores capacitivos, é necessário calibrar seu sistema de identificação para conseguir distinguir os materiais, para isso, foi necessário diversos testes de programação, os códigos abaixo se referem ao funcionamento destes componentes juntamente da ativação dos servos motores, o mesmo procedimento foi seguido para os dois sensores capacitivos utilizados, os objetos foram posicionados em seu campo de detecção para que fosse registrado pelo sensor o valor que deveria ser lido. Já o sistema da programação do sensor indutivo que apenas capta metais se baseou em uma programação “Low” ou “High”

SENSOR CAPACITIVO

```
#include <Servo.h>
```

```

#include <CapacitiveSensor.h>

const int capacitiveSensorPin = 4;

const int servoMotorPin = 2;

CapacitiveSensor cs_4_2 = CapacitiveSensor(4, 2);

Servo servoMotor;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  servoMotor.attach(servoMotorPin);

  long capacitance = cs_4_2.capacitiveSensor(30);

  Serial.println("Calibrando... Aguarde.");

  delay(2000);

  cs_4_2.set_CS_Autocal_Millis(0xFFFFFFFF);

  Serial.println("Calibração concluída.");

}

void loop() {

  long capacitance = cs_4_2.capacitiveSensor(30);

  if (capacitance > 1000) {

    Serial.println("Plástico detectado!");

    moveServo(180);

  } else {

```

```

    moveServo(0);

}

}

void moveServo(int angle) {

    servoMotor.write(angle);

    delay(500);

}

SENSOR INDUTIVO

#include <Servo.h>

const int sensorIndutivoPin = 7;

const int servoMotorPin = 4;

Servo servoMotor;

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    servoMotor.attach(servoMotorPin);

    pinMode(sensorIndutivoPin, INPUT);

}

void loop() {

    if (digitalRead(sensorIndutivoPin) == HIGH) {

        Serial.println("Metal detectado!");
    }
}

```

```
    moveServo(180);

} else {

    moveServo(0);

}

}

void moveServo(int angle) {

    servoMotor.write(angle);

    delay(500);

}
```

6. PROTÓTIPO FINAL

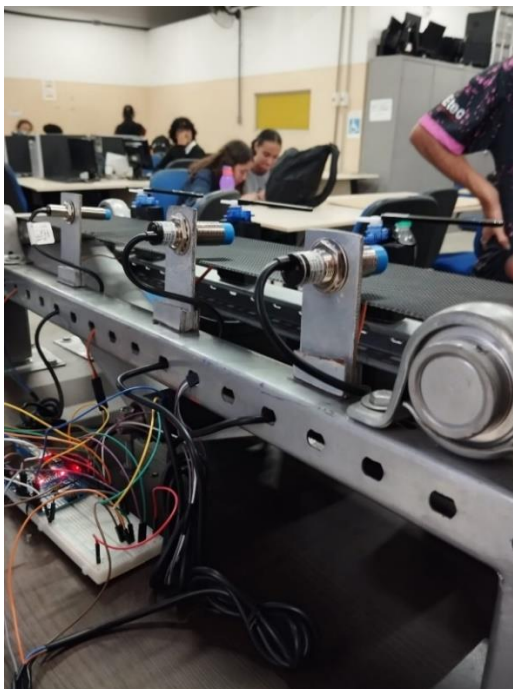


Figura 13 - Protótipo final – sensores

(FONTE:AUTOR)

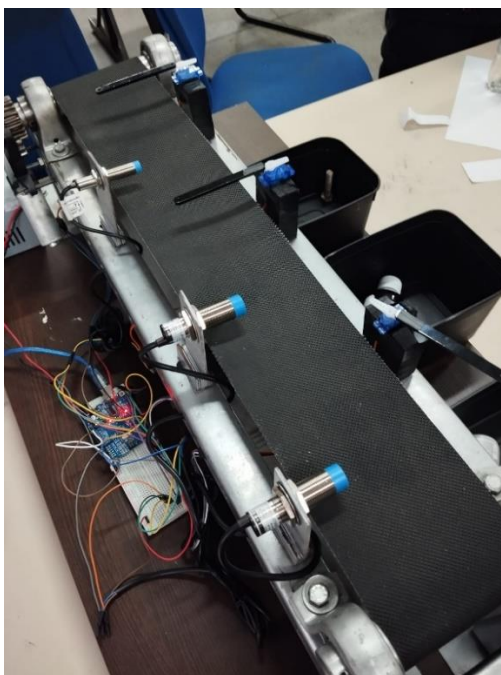


Figura 14 - Protótipo final – esteira

(FONTE:AUTOR)



Figura 15 - Protótipo final - Descartes

(FONTE:AUTOR)

6.1 Protótipo 3D

Simulado na plataforma Inventor

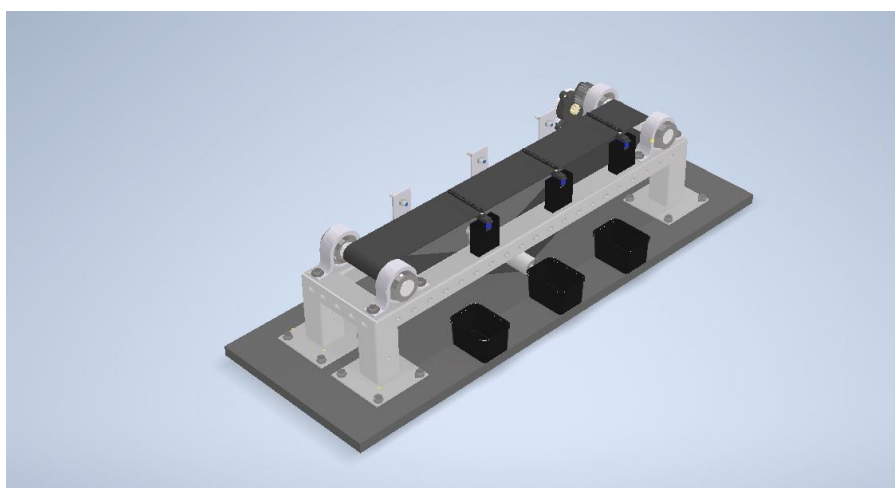


Figura 16 - Vista 1

(FONTE:AUTOR)

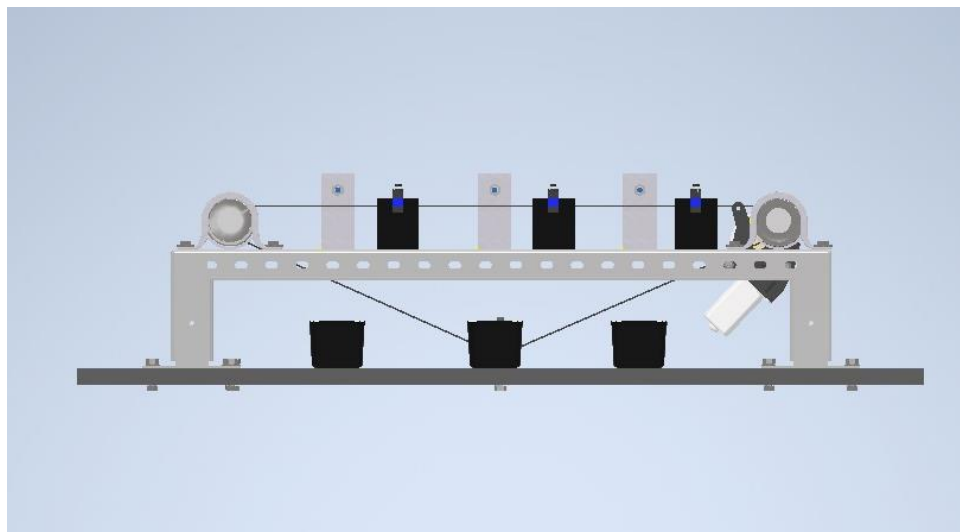


Figura 17 - Vista 2

(FONTE:AUTOR)

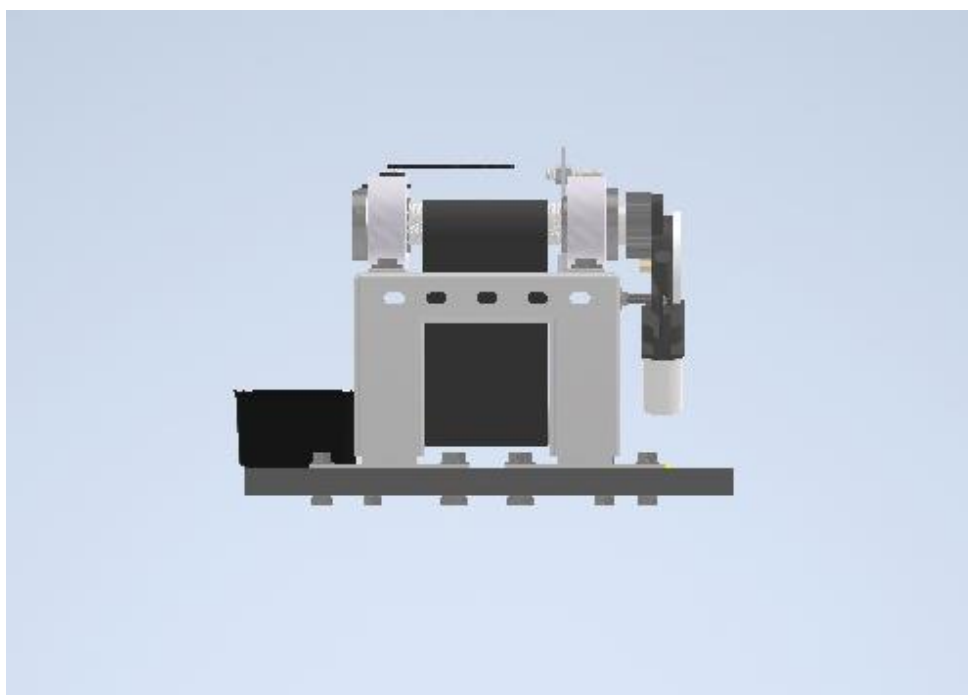


Figura 18 - Vista 3

(FONTE:AUTOR)

7. ORÇAMENTO

Tabela 4 - Orçamento Lixotech

LixoTech - orçamento final			
Materiais Utilizados	Especificações	Quantidade	Total
Protobord	800 furos	1	R\$ 20,00
Arduíno	UNO r3	1	R\$ 60,00
Motor	12v	1	R\$ 163,00
Jumpers	M.M/M.F	120	R\$ 25,00
Sensor Ultrassônico	NPN	1	R\$ 14,00
Sensor Capacitivo	NPN	1	R\$ 68,00
Sensor Indutivo	NPN	1	R\$ 48,00
Servo motores	9g Sg90	3	R\$ 20,00
Eixo de Alumínio	30mm	2	R\$ 100,00
Potenciômetro	10K	4	R\$ 20,00
Mancal	P206	4	R\$ 80,00
Rolamento	30mm	4	R\$ 68,00
Lona para esteira	PVC TECIDO	1	R\$ 100,00
Canaletas	1M	2	R\$ 100,00
Madeira	800M	1	R\$ 80,00
Fonte	200w	1	R\$ 60,00
conjunto	parafuso, porca e arruela	18	R\$ 32,47
interruptor	~	1	R\$ 6,59
Engrenagem	23 dentes 30mm	1	R\$ 54,70
Chapa cortada	Aço	4	R\$ 37,24
Engrenagem	23 dentes 30mm	1	R\$ 54,70
Mão de obra	~	~	R\$ 500,00
Total			R\$ 1.711,70

(FONTE: AUTOR)

Segundo as pesquisas feitas durante o ano letivo, estima-se que o desenvolvimento do Lixotech a nível industrial teria um custo médio de R\$35.000

8. PLATAFORMAS UTILIZADAS



Figura 19 - Layout Autocad

AutoCAD é um software do tipo CAD — computer aided design ou desenho auxiliado por computador - criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982. É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões e para criação de modelos tridimensionais (Wikipédia 2023)



Figura 20 - Layout Arduino

Arduino é uma plataforma programável de prototipagem eletrônica de placa única e hardware livre, que permite aos usuários criar objetos eletrônicos interativos e independentes, usando o microcontrolador Atmel AVR ou ARM com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, essencialmente C/C++ (Wikipédia 2023)



Figura 21 - Layout Tinkercad

Tinkercad é um programa de modelagem tridimensional online gratuito que roda em um navegador da web, conhecido por sua simplicidade e facilidade de uso (Wikipédia 2023)



Figura 22 - Layout Inventor

Autodesk Inventor é um programa desenvolvido pela Autodesk que permite criar protótipos virtuais tridimensionais. Os modelos 3D gerados pelo Autodesk Inventor, também são funcionais, ou seja, eles funcionam como no mundo real. (Wikipédia 2023)



Figura 23 - Layout Proteus

Proteus Design Suite é um software para criação de projetos eletrônicos, composto por uma suíte de ferramentas, incluindo captura esquemática, simulação e módulos de projetos de placas de circuito impresso, usadas principalmente para o projeto de circuitos integrados. (Wikipédia 2023)

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do projeto, conclui-se a eficiência dos dispositivos escolhidos. O objetivo do grupo foi considerado concluído, haja visto que o trabalho de programação e montagem do Lixotech provou ser uma alternativa viável para que escolas e indústrias automatizem o processo de separação de material reciclável. Empecilhos e possíveis falhas de uso foram identificados, evidenciando a necessidade de estudos mais aprofundados para tornar o protótipo uma máquina definitiva, mas, de forma geral e significativa, os testes tiveram resultados positivos, fazendo com que nossas considerações finais sejam otimistas quanto a qualidade do que foi apresentado.

10. REFERÊNCIAS

GREENVIEW, política nacional de resíduos sólidos, DISPONÍVEL EM: <https://greenviewgv.com.br/politica-nacional-de-residuos-solidos-o-que-e-para-que-serve/>
Acessado em: 14/04/2023

VALOR ECONÔMICO, mundo produziu 460 milhões de toneladas de plástico em 2019, DISPONÍVEL EM: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2022/02/22/mundo-produziu-460-milhoes-de-toneladas-de-plastico-em-2019-e-reciclou-menos-de-10percent-alerta-ocde.ghtml>. Acessado em: 14/04/2023

IPEA, consumo sustentável e implementação do plano central , DISPONÍVEL EM: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html#:~:text=Assegurar%20padr%C3%B5es%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20de%20consumo%20sustent%C3%A1veis&text=Implementar%20o%20Plano%20Decenal%20de,capacidades%20dos%20pa%C3%ADses%20em%20deenvolvimento>. Acessado em: 14/04/2023

EDUCAÇÃO, MUNDO. montanha de lixo não para de crescer, DISPONÍVEL EM: <https://ojoioeotriga.com.br/2021/05/a-montanha-de-lixo-nao-para-de-crescer-e-avanca-em-nossa-direcao/> Acessado em: 14/04/2023

EDUCAÇÃO, MUNDO. Diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário, DISPONÍVEL EM, <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/o-lixo.htm#:~:text=A%20coleta%20de%20lixo%20é%20uma%20forma%20de%20recolhimento%20desse,a%20compostagem%20e%20a%20incineração>. Acessado em: 14/04/2023

BERTULUCCI, CRISTIANO. Sensores capacitivos, DISPONÍVEL EM: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/diferenca-entre-lixao-aterro-controlado-aterro-sanitario.htm> Acessado em: 21/05/2023

BERTULUCCI, CRISTIANO. Sensores indutivos, DISPONÍVEL EM: <https://www.citisystems.com.br/sensor-capacitivo/?amp=1> Acessado em: 21/05/2023

NEPIN, EQUIPE, Atuadores, o que são, DISPONÍVEL EM:
<https://www.nepin.com.br/blog/solucoes-industriais/atuadores-o-que-sao-e-para-o-que-servem/> Acessado em: 27/05/2023

MAKIAMA, MAURÍCIO, o que é Arduino DISPONÍVEL EM:
<https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/> Acessado em: 02/06/2023

SENSE, sensores ultrassônicos, DISPONÍVEL EM:
[https://www.sense.com.br/arquivos/produtos/arq1/Sensores Ultrass%C3%B4nicos Sense Fo lheto_Rev_%20J.pdf](https://www.sense.com.br/arquivos/produtos/arq1/Sensores_Ultrass%C3%B4nicos_Sense_Fo lheto_Rev_%20J.pdf) Acessado em: 02/06/2023

GBL, motor 12v vidro elétrico, DISPONÍVEL EM:
<https://www.gbldistribuidora.com.br/produto/motor-p-vidro-eletrico-universal-8-dentes-12v-lado-direito-fio-preto> Acessado em: 15/11/2023

SILVER, LUAN, servo motor arduino DISPONÍVEL EM:
<https://guiarobotica.com/servo-motor-arduino/> Acessado em: 13/07/2023

MOTA, LUCAS, sensores capacitivos o que é DISPONÍVEL EM:
<https://www.blog.sense.com.br/2019/01/sensores-capacitivos-o-que-e-e-como.html?m=1/>
Acessado em: 01/07/2023

BALLUFF, sensor ultrassônico como ele funciona DISPONÍVEL EM:
<https://balluffbrasil.com.br/sensor-ultrassonico-como-ele-funciona-e-de-que-modo-pode-ajudar-a-sua-industria/> Acessado em: 22/06/2023

TAKEUTI, esteira separadora de lixo DISPONÍVEL EM:
<https://youtu.be/ycopNxOFcnc?si=xESPTrysvAzfKfbx> Acessado em: 04/06/2023

TAKEUTI, FLAVIO esteira seletora de materiais DISPONÍVEL EM:
<http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/exatas/article/view/2199> Acessado em: 02/08/2023

ELETRONICA E ARDUINO, Arduino para iniciantes DISPONÍVEL EM:
<https://youtu.be/jvR-AffZ6jQ?si=kubuVb8edvpBuT1R> Acessado em: 17/08/2023

MATTEDE, HENRIQUE, momento de força DISPONÍVEL EM:
<https://www.mundodaeletrica.com.br/torque-ou-momento-de-forca-como-calcular/> Acessado em: 01/08/2023

RIPEVE, ligas metálicas e não metálicas DISPONÍVEL EM:
<https://www.rivape.com.br/> Acessado em: 04/08/2023

MATTEDE, HENRIQUE, como um servo motor funciona DISPONÍVEL EM:
[https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-servo-motor-e-como-funciona/#:~:text=Um%20servo%20motor%20de%20corrente,PWM\)%20ou%20atrav%C3%A9s%20de%20temporizadores](https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-servo-motor-e-como-funciona/#:~:text=Um%20servo%20motor%20de%20corrente,PWM)%20ou%20atrav%C3%A9s%20de%20temporizadores) Acessado em: 02/08/2023

SERVILUB, esteira transportadora DISPONÍVEL EM:
<https://www.servilub.com.br/o-que-e-esteira-transportadora-tipos-e-pra-que-servem/>
Acessado em: 02/06/2023

UNISAINFO, servo motores DISPONÍVEL EM: <https://www.usinainfo.com.br/servo-motores-469> Acessado em: 14/09/2023

USP tipos de sensores DISPONÍVEL EM:
<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2661823> Acessado em: 11/09/2023

MUNDO, MANUAL, Arduino e servo motor Arduino DISPONÍVEL EM:
<https://youtu.be/VitG0Sq6kNY?si=M0LIHAgmcOUUV3xy> Acessado em: 23/08/2023

EDUCACIONAL, ROBÓTICA, sensores DISPONÍVEL EM:
<https://youtu.be/fTKQTxpdBPY?si=ntd75DorzGsi7VAD> Acessado em: 28/08/2023

TERAPIA OFICINA, sensores DISPONÍVEL EM:
<https://youtube.com/shorts/ndgend-v4UQ?feature=share3> Acessado em: 11/09/2023

TERAPIA OFICINA, sensores DISPONÍVEL EM:
<https://youtu.be/8WCjt88BRLI?si=z08S-CDyMZHUsPkb> Acessado em: 11/09/2023

ELLINET, motor 12v DISPONÍVEL EM:
https://youtu.be/HVM7J_Elfs0?si=32wwAsPLigTPX6dV Acessado em: 28/08/2023

OLIVEIRA, EULER, como usar Arduino no sensor indutivo DISPONÍVEL EM:
<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-indutivo-pnp-de-proximidade-lj12a3-4-z-by> Acessado em: 19/09/2023

MADEIRA, DANIEL sensor indutivo DISPONÍVEL EM:
<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-indutivo-npn-de-proximidade-com-arduino/>
Acessado em: 30/09/2023

ARS , parafusos DISPONÍVEL EM: <https://www.arsparafusos.com.br/> Acessado em:
02/10/2023

AN AÇOS, o que são engrenagens DISPONÍVEL EM:
<https://acosnobre.com.br/blog/tipos-de-engrenagens-acos-tabela/> Acessado em: 02/10/2023