

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS**

CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

BEATRIZ MACHADO DOS SANTOS BANDEIRA

**SIMULAÇÃO DE SISTEMA DE COLETA SELETIVA AUTOMATIZADA PARA
DESCARTE DE MATERIAIS DE METAL E PLÁSTICO**

MANAUS - AM

2022

BEATRIZ MACHADO DOS SANTOS BANDEIRA

**SIMULAÇÃO DE SISTEMA DE COLETA SELETIVA AUTOMATIZADA PARA
DESCARTE DE MATERIAIS DE METAL E PLÁSTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Distrito Industrial, curso de bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

MANAUS

2022



Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

JOAO NERY
RODRIGUES

FILHO:26949890397

Assinado de forma digital por

JOAO NERY RODRIGUES

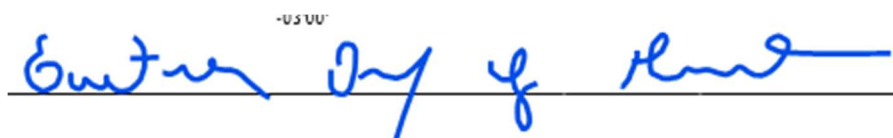
FILHO:26949890397

Dados: 2022.01.13 10:40:30

-03'00'

Avaliador: Prof. MSc. João Nery Rodrigues Filho

-03'00'



Avaliador: Prof. Esp. Ewerton Andrey Godinho Ribeiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B214s Bandeira, Beatriz Machado dos Santos .

Simulação de sistema de coleta seletiva automatizada para descarte de materiais de metal e plástico. / Beatriz Machado dos Santos Bandeira. – Manaus, 2021.

58 f. : il. color

TCC (Graduação em engenharia de controle e automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

1. Coleta seletiva. 2. Automação de processos. 3. Descartes de materiais.
I. Reis, Ailton Gonçalves (orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 629.8

À Deus e minha família.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela minha vida, pelo Seu infinito amor e por estar à frente de todos os meus caminhos. Agradeço por ter me dado a oportunidade de estudar, pela força proporcionada para eu correr atrás dos meus sonhos e objetivos e, principalmente por ter sido meu guia em cada jornada até hoje.

Agradeço e dedico este trabalho aos meus pais, Edmilson e Neia, meu irmão Lucas, e todos os familiares, que sempre me deram muito amor e incentivo para seguir meus sonhos, além de todos os momentos de desabafo e conselhos. Vocês são o pilar de sustentação da minha vida pessoal e profissional e os maiores incentivadores dessa conquista.

Meus agradecimentos também são estendidos ao meu orientador Ailton, pelo apoio e suporte, pelo conhecimento compartilhado e por serem uma bússola em minha trajetória. Agradeço pela orientação remota e da melhor maneira possível, devido a pandemia da Covid-19 e, principalmente, obrigada por essa amizade que permanecerá mesmo após a faculdade.

Não poderia esquecer dos meus amigos, sejam os do que surgiram durante o curso, com quem convivi intensamente os últimos anos, ou os de fora da faculdade, que me apoiaram em todos os momentos e me incentivaram ao máximo. Muito obrigada a todos pelos conselhos, pelos momentos de descontração, pelas trocas de experiências e, principalmente, pela sua amizade.

“O temor do Senhor é o princípio do conhecimento”.

(Provérbio 1:7)

RESUMO

O lixo é um grande problema nas cidades, visto que ocasiona diversos problemas, como o aparecimento de animais nocivos, aumento das inundações e a poluição visual do local. Com isso, muitas medidas de separação e coleta do lixo estão sendo promovidas, além da conscientização da população em geral. O IFAM Campus Distrito Industrial também realiza este tipo de atividade, porém é possível notar que muitas vezes o resíduo não é posto no seu local correto, dificultando a separação do mesmo e gerando as adversidades citadas anteriormente. Portanto, notando que o IFAM possui cursos voltados para a área de automação, este trabalho tem como foco o estudo e possível criação de um sistema de automatização para o processo de coleta seletiva de materiais no Campus Distrito.

Palavras-Chave: Coleta Seletiva. Automação de Processo. Descarte de Materiais.

ABSTRACT

Garbage is a big problem in cities, since it causes several problems, such as the appearance of harmful animals, increased flooding and visual pollution of the place. As a result, many measures for separating and collecting waste are being promoted, in addition to raising awareness among the general population. The IFAM Campus Distrito Industrial also carries out this type of activity, but it is possible to note that the waste is often not placed in its correct location, making it difficult to separate and generating the adversities mentioned above. Therefore, noting that IFAM has courses focused on the automation area, this work focuses on the study and possible creation of an automation system for the selective material collection process at Campus Distrito.

Keywords: Selective Collection. Process Automation. Material Disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo exemplo do conceito dos 5Rs.	20
Figura 2 - diagrama de um sensor indutivo.	30
Figura 3 - funcionamento de sensor capacitivo	32
Figura 4 - Placa Arduino.....	32
Figura 5 - IDE da Plataforma Arduino	33
Figura 6 - Servo Motor AC 750W ECMA-C20807RS	34
Figura 7 - Servo Motor SG90 9G MINI MICRO	34
Figura 8 - Display LCD 16X2.....	35
Figura 9 - exemplos de uso do display de sete segmentos.....	36
Figura 10 - Software Onshape e suas versões.	36
Figura 11 - Exemplo de projeto no Onshape.....	37
Figura 12 - Exemplo de simulação do PROTEUS ISIS	38
Figura 13 - Exemplo de simulação do PROTEUS ARES	38
Figura 14 - Fluxograma do Processo de Coleta Seletiva Automatizada	40
Figura 15 - Desenho 2D.....	41
Figura 16 - Desenho 3D (parte interna).....	42
Figura 17 - Desenho 3D (parte frontal).....	42
Figura 18 - Desenho 3D (protótipo final)	43
Figura 19 - Simulação sensores no Proteus com uso do botão	44
Figura 20 - Simulação do acionamento dos leds no Proteus	45
Figura 21 - Simulação do acionamento dos LCD no Proteus.....	46
Figura 22 - Simulação do circuito completo no Proteus	46
Figura 23 – Simulação de detecção de materiais metálicos	47
Figura 24 - Simulação de detecção de materiais plásticos	47
Figura 25 - Simulação de não detecção de materiais	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator de redução de materiais metálicos	31
----------------------------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Padrão de cores da coleta seletiva	21
-----------------------------------------------------	----

ABREVIATURAS E SIGLAS

ARES - *Advanced Routing and Editing Software*

CA - Corrente Alternada

CAD - *Computer Aided-Design*

CC - Corrente Contínua

CMDI - Campus Manaus Distrito Industrial

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FR - Fator de Redução

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE - *Integrated Development Environment*

IFAM - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

IHM - Interface Humano-Máquina

ISIS - *Intelligent Schematic Input System*

LCD - *Liquid Crystal Display*

LED - *Light Emitting Diode*

PCB - *Printed Circuit Board*

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental

USB – *Universal Serial Bus*

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	15
2.1.1 Definição e importância do meio ambiente	15
2.1.2 A educação ambiental atual no Brasil	16
2.2. RECICLAGEM E COLETA SELETIVA	18
2.2.1 Definição	19
2.2.2 Processo de reciclagem	19
2.2.3 Processo de coleta seletiva	21
2.3. A AUTOMAÇÃO E A COLETA SELETIVA	23
2.3.1 A automação e sua evolução	24
2.3.2 Importância da automação do processo de coleta seletiva	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1. METODOLOGIA	28
3.2. COMPONENTES E MATERIAIS	29
3.2.1. Sensor Indutivo	30
3.2.2. Sensor Capacitivo	31
3.2.3. Plataforma Arduino	32
3.2.4. Servo Motor	33
3.2.5. LCD	35
3.3. SOFTWARE CAD ONSHAPE	36
3.4. SOFTWARE PROTEUS	37
3.5. FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO	39
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	41
4.1. PROTÓTIPO CAD	41
4.2. SIMULAÇÃO NO PROTEUS	43
5. CONCLUSÃO	49
6. APÊNDICE	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1. INTRODUÇÃO

A palavra automação vem sendo bastante utilizada atualmente, pois a mesma vem auxiliando diversos processos a serem otimizados, ou seja, melhorados de alguma forma, que podem estar relacionados com o desempenho, precisão, produtividade e, até mesmo, com o lucro. Estes processos geralmente são de fins industriais e em grandes empresas.

Porém, nota-se que a automação pode ter os mesmos benefícios para outras situações que são mais comuns no nosso dia a dia, como, no caso deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que tem como tema a relação entre o meio ambiente e a automatização de processos, a partir de uma análise da coleta seletiva e os descartes de materiais de metal e plástico nos locais incorretos.

Esse descarte é um grande problema nas cidades, visto que vários estabelecimentos como escolas, restaurantes, supermercados, entre outros, geram bastante resíduos. Com isso, a coleta seletiva passou a se tornar cada vez mais importante, tanto para manter a limpeza e organização de um local, como para aproveitar materiais, diminuindo a poluição ambiental.

Segundo dados obtidos junto ao setor de controle acadêmico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), o Campus Distrito Industrial (CMDI) possui cerca de 1240 alunos. Como o ensino médio e o curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação são cursos integrais, grande parte destes alunos passa o dia no local, consumindo grande quantidade de alimentos, sejam eles comprados no refeitório ou trazidos de outros locais. Com isso, nota-se o grande volume de resíduos gerados diariamente, e, mesmo possuindo os locais para separá-los de acordo com seu tipo, muitas vezes o material não é colocado na lixeira correta.

Essa prática incorreta de descarte resulta em vários problemas, como já afirmado, prejudicando não só a limpeza e organização do campus, como afetando também a nossa cidade, pois geram um desequilíbrio no meio ambiente e, conseqüentemente, para as pessoas que nele habitam.

Analisando o fato que o Campus Distrito possui diversos cursos voltados para a área tecnológica e o curso desta autora é de Engenharia de Controle e Automação, chega-se à pergunta problema deste projeto: Como a automação pode auxiliar a separação correta de lixo, gerando menos descarte de material de forma incorreta no

IFAM Campus Distrito e, por consequência, contribuir para mitigar a agressão ao meio ambiente?

Algumas hipóteses podem ser geradas como possíveis respostas a pergunta problema, porém, para este trabalho apresentamos a seguinte: a automação pode auxiliar no descarte correto a partir do desenvolvimento de um dispositivo que possa separar materiais plásticos e metais, os quais são, por observação desta autora, os mais descartados no local objeto de estudo deste TCC: IFAM – CMDI.

Portanto, esta pesquisa é viável, visto que o fato de pensar em automatizar o processo de coleta de materiais possui diversos benefícios, como o desempenho do dispositivo que será melhor que o do ser humano, a precisão dos sensores de detectar qual material está sendo inserido, a não diminuição de falhas no processo, a produtividade que diminui o tempo de inserção do lixo no local e o lucro, pois se o processo de coleta seletiva for melhor e mais eficiente este material pode ser reciclado, gerando lucro para quem trabalha com reciclagem e, conseqüentemente, para a economia, além de trazer diversos benefícios para o meio ambiente.

A partir dessas observações, este TCC tem como objetivo geral buscar um possível processo de automatização de coleta seletiva de materiais plásticos e metálicos.

Desta forma, pode-se considerar para este trabalho os seguintes objetivos específicos:

- Estudar sobre a coleta seletiva e a possível automação deste processo;
- Implementar um método para controle da separação do lixo de com o auxílio da automação;
- Simular um processo de separação de materiais plásticos e metálicos com o uso de softwares de simulação;
- Avaliar os resultados e propor pesquisas futuras relacionadas.

Desta forma, espero que este trabalho possa agregar conhecimento para o leitor, mostrando como podemos utilizar o conhecimento da área de controle e automação e aplicar em diversas situações que se nota no cotidiano, assim como a aplicação que será feita neste TCC, focando na separação de materiais plásticos e metálicos.

Por fim, este trabalho está estruturado da seguinte forma:

O primeiro capítulo em que este tópico se encontra mostra a introdução do trabalho, com uma breve explicação do tema do projeto, assim como seu objetivo geral e os específicos.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica para explicar sobre o processo de coleta seletiva, sua importância e como a automação pode auxiliar e simplificar este processo.

O Capítulo 3 irá apresentar a metodologia aplicada neste trabalho, além dos materiais e métodos utilizados para implementar o *mock up*, com o auxílio de ferramentas de simulação.

No quarto capítulo é possível verificar os resultados obtidos e a discussão dos mesmos. Nos Capítulos 5 e 6 serão apresentadas a conclusão deste trabalho e propostas para trabalhos futuros, respectivamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada a pesquisa bibliográfica realizada para aprofundar os conhecimentos necessários para o melhor entendimento deste TCC, assim como auxiliar na prática do projeto e discussões sobre o seu resultado.

Com isso, a abordagem deste segundo capítulo se baseará em definições de termos importantes para conhecimento do leitor, assim como mostrar o cenário atual do meio ambiente, a forma como a educação ambiental vem sendo trabalhada, o processo de coleta seletiva e reciclagem, além do impacto que a aplicação da automação nestes segmentos pode trazer.

2.1. MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Os termos meio ambiente e educação ambiental são correlatos, ou seja, possuem uma ligação. Porém, ainda são pouco explanados os seus significados e as suas importâncias para nossa sociedade. Pensando nisso, este tópico do trabalho vem colaborar com a aprendizagem do leitor ao trazer a definição destes termos e sua relevância para nosso planeta, e principalmente para o Brasil.

2.1.1 Definição e importância do meio ambiente

Meio ambiente é um termo que está em foco atualmente, sinalizando principalmente a forma como o ser humano utiliza o local em que vive e como ele está sendo destruído devido ações inconsequentes. Mas, apesar de muito se falar nesta expressão, o que realmente significa meio ambiente?

Meio ambiente, também chamado de semente de ambiente, é definido como “[...] as condições sob as quais qualquer pessoa ou coisa vive ou se desenvolve” (TUAN, 1965, citado por Holzer, 1997, p. 80). Ou seja, meio ambiente é o local que habitamos, seja ele um espaço urbano ou rural, natural ou modificado, incluindo os seres animados e inanimados.

No mundo atual, veem-se na mídia diversas frases e discursos voltados para proteção da natureza e dos seres que nela habitam, chamando cada vez mais atenção para situações que são consideradas ‘comuns’ por algumas pessoas, como ingerir

alimentos industrializados, utilizar objetos plásticos, descartar o lixo de qualquer forma, retirar frutos da natureza sem repor, entre muitas outras.

Nesse contexto, pode-se notar que muitas medidas estão sendo tomadas para conscientizar as pessoas de que cuidando melhor do nosso planeta, viveremos em harmonia e de forma muito mais saudável. Já é possível ver medidas e políticas públicas voltadas para a diminuição e retirada completa de objetos descartáveis de restaurantes e *fast foods*, multas e leis mais rígidas para quem realiza o desmatamento, e, ações que todos os cidadãos podem fazer, como não utilizar sacolas plásticas descartáveis nas compras, e aprendizagem de como realizar a separação de materiais recicláveis, conhecida como coleta seletiva. Um exemplo a ser citado é a Lei municipal nº 15.374/2011 aplicada na cidade de São Paulo que proíbe a distribuição gratuita ou venda de sacolas plásticas nos comércios como supermercados para seus consumidores.

2.1.2 A educação ambiental atual no Brasil

A Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, trata da Educação Ambiental, assim como também, institui a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA. O objetivo dessa política é permitir a compreensão do meio ambiente e suas relações, além de garantir o compartilhamento de informações ambientais, estimular a discussão sobre os meios ambientes e sociais e fortalecer a cidadania e o desenvolvimento do país, promovendo a qualidade de vida da população brasileira (BRASIL, 1999).

A Educação Ambiental é reconhecida nos primeiros artigos da citada lei, a saber:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

O primeiro artigo da Lei sobre a Educação Ambiental expressa a intenção de coletividade construir valores sociais, mudanças comportamentais e atitudes direcionadas para manter a sustentabilidade e a qualidade de vida da população. Nota-se que legalmente existe uma responsabilidade e preocupação com esse bem

maior que é a preservação ambiental e a contribuição da população para que se tenha uma continuidade de ações em prol da Educação Ambiental.

Conforme o artigo segundo da mesma Lei, a educação ambiental é “[...] um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.” Isso significa que a Educação Ambiental deve fazer parte do currículo escolar, incluindo inclusive o caráter não formal.

Fazendo uma análise apenas desses dois artigos, se realmente fossem aplicados na sua essência, provavelmente a situação atual de preservação, sustentabilidade, qualidade de vida, conhecimentos, atitudes mais responsáveis e contínuas de todas as pessoas iria favorecer o homem como parte integrante e dependente da natureza para a própria sobrevivência.

A educação ambiental tornou-se lei no Brasil, em virtude de sua grande importância para minimizar os problemas relacionados à exploração ambiental, haja vista que hoje são visíveis as consequências dessa relação de exploração. Nos dias atuais, são notórias as consequências como mudanças climáticas extremas, falta de chuvas e calor excessivo.

Sendo assim, educação ambiental é considerada um dos pilares da preservação ambiental, pois visa conscientizar a população sobre a importância do meio ambiente, assim como permitir usufruir dos benefícios oferecidos, da melhor forma.

Segundo Reigota (1998), a educação ambiental indica propostas pedagógicas centradas na conscientização, mudança de comportamento, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação e participação dos educandos.

De acordo com Pádua e Tabanez (1998), a educação ambiental favorece o aumento de conhecimentos, mudança de valores e aperfeiçoamento de habilidades, condições básicas para estimular maior integração e harmonia dos indivíduos com o meio ambiente.

O principal eixo de atuação da educação ambiental deve buscar, acima de tudo, a solidariedade, a igualdade e o respeito às diferenças de formas democráticas de atuação baseadas em práticas interativas e dialógicas. A ideia é criar novas atitudes e comportamentos sobre o consumo da população e promover um conhecimento que possa de maneira contínua transformar o meio ambiente mais saudável. (JACOBI, 1997).

Desta forma, a educação ambiental, deve ser um processo de contínuo aprendizado, valorizando todas as formas de conhecimento, formando cidadãos conscientes do seu papel e responsabilidade com o meio ambiente, pois assim a vida no planeta poderá seguir outro curso, beneficiando todas as vidas que existe no planeta.

No entanto, quando saímos do campo teórico para o campo prático notamos que, infelizmente, não é assim que a Educação Ambiental vem sendo tratada e aplicada no Brasil. Isso significa que embora se tenha instrumentos legais e uma política pública que permita a divulgação da transversalidade no ensino, os projetos ainda são insuficientes para promover uma mudança real, social e cultural que permita desenvolver uma sociedade mais justa, equitativa e sustentável.

As reflexões em torno do assunto abordado nesse trabalho atribuem às instituições escolares a responsabilidade na formação de conscientizar e desenvolver mudanças no comportamento das pessoas com relação à educação ambiental, desde os pequenos hábitos até alcançar atitudes de intervenção real em benefício do meio ambiente.

Observam-se muitas ações em prol do Meio Ambiente, no entanto, ainda são insuficientes para o tamanho da problemática. Pois, é fato a necessidade de incorporar tanto no meio escolar, assim como desenvolver um trabalho em Educação Ambiental que envolva, não somente a Instituição de Ensino, mas a sociedade como um todo, no sentido de formar pessoas preocupadas, conscientes e responsáveis pelo planeta onde vivem.

2.2. RECICLAGEM E COLETA SELETIVA

O termo coleta seletiva está diretamente ligado ao processo de reciclagem, tendo em vista que para a realização de uma atividade, a outra se faz necessário. Ou seja, para que o processo de reciclagem de materiais possa ocorrer, a coleta seletiva deve ser bem-sucedida e feita corretamente, podendo ser aplicada em materiais metálicos e plásticos, os quais são o foco neste trabalho.

Neste tópico do trabalho será abordada a definição dos termos reciclagem e coleta seletiva, e também, como esse processo ocorre, baseado em um referencial composto por pesquisas bem fundamentadas e explanadas, a fim de ambientar o leitor

acerca destes conceitos tão importantes para o conhecimento pessoal e para construção deste projeto de conclusão de curso.

2.2.1 Definição

De acordo com Richter (2014), a coleta seletiva é um método de recolhimento de materiais que otimiza o processo de destinação dos resíduos que o ser humano gera. Ela consiste na separação desses materiais e na reutilização dos mesmos, através da reciclagem.

Para Burke (2001), com a industrialização, algumas pessoas começaram a ver que podiam gerar lucros com o lixo produzido, então iniciaram a recolhê-lo e revender. Um exemplo conhecido é o fato de que uma fábrica de carros em Detroit recolhia os papeis dos sanduíches dos seus funcionários para vender, pois começaram a notar que o volume de papel era muito grande e isso poderia gerar um lucro para a empresa.

Segundo Ribeiro e Besen (2007), no Brasil, a primeira informação que se tem da coleta seletiva foi no ano de 1986. Atualmente, cerca de 481 cidades brasileiras possuem algum programa voltado a programas de coleta seletiva. Considerando que o Brasil possui 5570 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2020), isso compõe cerca de 8,63% do total.

Com isso, pode-se verificar como o nosso país ainda precisa crescer na educação ambiental e no incentivo dos governos em aplicar medidas de conscientização e práticas com os cidadãos. A coleta seletiva é uma boa forma de incentivar essa cultura, visto que é uma atividade que todos podem fazer na sua própria casa e isso traria diversos benefícios, como a limpeza das cidades, diminuição do uso dos lixões e aumento dos produtos reciclados.

2.2.2 Processo de reciclagem

O processo de reciclagem permite reduzir o lixo e a extração de recursos naturais, contudo não é a única medida comprometida por uma sociedade sustentável. A reciclagem é um meio de reaproveitar o lixo descartado, pois pode originar um novo produto ou uma nova matéria-prima, minimizando o impacto ambiental e favorecendo a transformação de resíduos sólidos em outro produto.

A Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos define reciclagem em seu Art. 3º, inciso XIV, como “o processo de

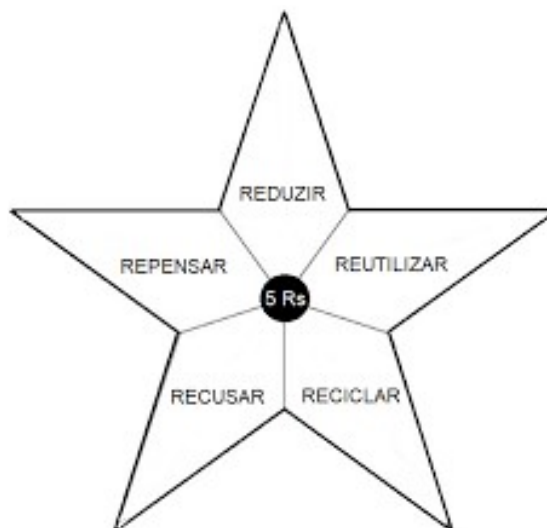
transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos” (BRASIL, 2010).

De acordo com Souza Junior (2015, p. 11), o processo de reciclagem é “[...] multifuncional, uma vez que, serve como tratamento de resíduos para o sistema de produto a montante e também como fornecedor de matéria-prima para o sistema de produto a jusante”.

É possível notar às vantagens e benefícios proporcionados pelo processo da reciclagem, a principal é a contribuição dada para a conservação do meio ambiente; além da inclusão social das pessoas vulneráveis financeiramente que buscam na coleta seletiva sua fonte de renda, contribuindo também na redução da poluição do solo, do ar e das águas.

De acordo com o site Maccari e Oliveira (2019), a política dos 5R's tem como objetivo mudar hábitos diários das pessoas, priorizando a redução de consumo e reaproveitar os seus materiais. Ainda de acordo com elas, esta política pode ser facilmente compreendida em forma de uma estrela, com que cada ponta representa um dos “R”, que são reduzir, reutilizar, reciclar, recusar e repensar.

Figura 1 - Modelo exemplo do conceito dos 5Rs.



Fonte: MACCARI, OLIVEIRA (2019, p. 2)

Assim, é necessário incentivar a reciclagem, contudo há de se entender que só não resolve os danos da sociedade e os impactos ao meio ambiente. Desta forma,

reduzir o consumo, reaproveitar certos produtos são atitudes que irão contribuir e melhorar a qualidade de vida das pessoas e conservar a natureza.

2.2.3 Processo de coleta seletiva

O processo de coleta seletiva visa despertar a conscientização a respeito do Meio Ambiente e da importância da sua preservação, assim como da necessidade do reaproveitamento do lixo por meio da reciclagem.

Para se realizar uma coleta seletiva que permita preservar e reduzir a agressão ao meio ambiente é necessário também iniciar o processo de separação conforme recomenda a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 275, publicada em 25 de Abril de 2001 e publicada no Diário Oficial da União, que “estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva”.

Os artigos a seguir estabelecem:

Art.1º O código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Art. 2º Os programas de coleta seletiva, criados e mantidos no âmbito de órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, direta e indireta, e entidades estatais, devem seguir o padrão de cores estabelecido, conforme quadro abaixo: (CONAMA, 2001)

Quadro 1 - Padrão de cores da coleta seletiva

AMARELO: metal
AZUL: papel/papelão
BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação
LARANJA: resíduos perigosos

PRETO: madeira
ROXO: resíduos radioativos
VERDE: vidro
VERMELHO: plástico

Fonte: A própria autora (2021), baseado na resolução CONAMA 275/2001

O parágrafo primeiro recomenda ainda a adoção do referido código de cores para programas de coleta seletiva estabelecidos pela iniciativa privada, cooperativas, escolas, igrejas, organizações não governamentais e demais entidades interessadas. (BRASIL, 2001).

Apesar da responsabilidade da coleta dos resíduos ser municipal, existe também uma preocupação federal, pois a Resolução CONAMA 275/2001 estabeleceu o código de cores e a identificação de coletores e transportadores, além das campanhas informativas para a coleta seletiva do lixo.

É visível a preocupação com o processo de coleta seletiva, por isso, observa-se iniciativas através de campanhas, palestras e estudos, contudo ao voltar o olhar para a realidade, percebe-se que o muito ainda é insuficiente. O consumo pelas pessoas e indústrias cresce a cada dia, as narrativas dos órgãos que se mostram preocupados com o aumento dos resíduos muitas vezes não se transformam em atitudes e somente de críticas, sem uma iniciativa que venha realmente transformar o lixo em investimento econômico, promovendo continuamente um processo de coleta seletiva impactante em todas as atividades.

É visto por toda a sociedade a preocupação com o meio ambiente, pois a geração de lixo e a destinação inadequada contribuem com a poluição do solo, rio e ar. Através da coleta seletiva esses malefícios podem ser minimizados. Apesar da pouca iniciativa diante do grande desafio de preservar o meio ambiente, nota-se que a coleta seletiva tem crescido no Brasil, em virtude do benefício percebido pela população e governantes na oportunidade de renda e geração de emprego com a

venda de produtos recicláveis, porém a população precisa se conscientizar dessa importância através de campanhas e/ou programas de educação ambiental.

Do ponto de vista de atitudes e comportamentos da sociedade, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam que:

A Educação Ambiental está longe de ser uma atividade tranquilamente aceita e desenvolvida, porque ela implica mudanças profundas e nada inócuas. O contrário, a Educação Ambiental quando bem realizada, leva a mudanças de comportamento pessoal e a atitudes e valores de cidadania que podem ter fortes consequências sociais. (MEC, 2001).

O lixo é inevitável, pois sua produção cotidiana não para, em todas as partes do mundo, com um simples ato de produção ou com a cessação da utilidade dos produtos (CALDERONI, 2008). A situação se agrava pela maneira de acondicionamento, transporte e disposição final do lixo, pois uma boa parte da população encara os resíduos, orgânico ou seco como inútil.

Desta forma, é necessário o (re) pensar sempre na situação de agravamento do volume de lixo descartado, pois se a sociedade como um todo passar a se preocupar com os malefícios promovidos a educação ambiental quando não há uma coerência na atitude e comportamento das pessoas quando se trata do descarte inadequado do lixo.

2.3.A AUTOMAÇÃO E A COLETA SELETIVA

Este tópico tem como foco apresentar uma definição acerca do processo e automação, assim como também seus objetivos e um breve histórico da sua evolução na nossa sociedade. Além disso, será explicado como a automação pode ser inserida no processo de coleta seletiva, e quais benefícios esta junção pode trazer.

Nesta direção, será abordado também como a educação ambiental, que é um dos maiores focos das escolas atuais, pode ser afetada benéficamente pela junção da automatização do processo de coleta seletiva, ainda mais em uma Instituição Federal, onde o ensino da teoria e prática caminham juntos.

2.3.1 A automação e sua evolução

De acordo com Silevira e Lima (2003), a automação “é um conjunto de técnicas destinadas a tornar automáticas a realização de tarefas, substituindo o gasto de bioenergia humana, com esforço muscular e mental, por elementos eletromecânicos computáveis.” Desde o início do século XXI, muitas atividades que costumavam ser feitas pelo ser humano vêm sendo exercidas por um sistema automático. Alguns exemplos comuns são a notificação de quando um local está com vazamento de gás, fumaça ou água, sensores de casa ou carro que acionam um alarme, desbloqueio de aparelhos eletrônicos por meio de biometria ou reconhecimento facial, entre muitos outros.

Existem muitos objetivos para a utilização da automação, porém, de acordo com Lima (2003), podem-se destacar os seguintes:

- Qualidade: possuir uma eficiência maior do sistema, diminuindo as falhas e deficiências;
- Flexibilidade: modificar o projeto de acordo com a necessidade do cliente;
- Produtividade: melhor uso dos equipamentos e maior aproveitamento da matéria-prima;
- Viabilidade técnica e econômica: realizar operações impossíveis com custos menores.

Com essa aproximação da automação na nossa vida, têm-se buscado sempre novas formas de inserir equipamentos autônomos em operações comuns. Com isso em mente, a automatização do processo de coleta seletiva vem trazer benefícios para a sociedade em que vivemos e o meio ambiente. Além disso, pode-se verificar que todos os objetivos citados acima podem ser alcançados a partir da automação do processo de coleta seletiva.

Nos últimos anos, o tópico do meio ambiente vem sendo bastante discutido, assim como a automação, porém estes termos raramente são vistos em conjunto, e geralmente, são situações em que estão em lados opostos. Isso é algo que deve ser mudado, pois a automação e a internet das coisas podem trazer grandes benefícios para o ecossistema e a sustentabilidade do nosso planeta.

São diversos problemas relacionados ao descarte do lixo de forma incorreta, alguns exemplos comuns são os alagamentos nas cidades, poluição visual do local,

poluição dos rios e mares, entre outros. Isso gera consequências não só para o meio ambiente, mas como para a sociedade em si, como a diminuição do turismo local, visto à quantidade de lixo na rua. A automação do processo de coleta seletiva seria de grande importância para diminuição desses problemas, assim como para inserir a indústria 4.0 nas cidades cada vez mais e no cotidiano das pessoas. Saber criar um meio termo entre o meio ambiente e a automação é importante para que a sociedade continue se desenvolvendo e evoluindo, mas sem perder a consciência que a sustentabilidade também é algo vital e que pode contribuir para a nossa evolução.

2.3.2 Importância da automação do processo de coleta seletiva

Aplicar a automação no processo de coleta seletiva irá somar com os recursos utilizados atualmente. Automatizar a coleta seletiva promoverá uma mudança de atitude dos cidadãos perante o descarte dos materiais no ambiente. No entanto, essa ideia fortalecerá a separação adequada dos resíduos produzidos em todos os ambientes, pois através de sensores próximo as lixeiras, as pessoas irão utilizar e depositar corretamente cada tipo de resíduo nos locais corretos.

Nos dias atuais, a tecnologia está avançando a cada dia, e esse recurso é importante ser aplicado também no processo de coleta seletiva, pois tratar a separação dos resíduos usando a automação estimulará a mudança de atitude e privilegiará o meio ambiente. No entanto, o grande desafio é o custo operacional, porém quando se analisa o custo benefício e um ambiente saudável, o qual representa vida, esse custo se torna inferior.

Automatizar as lixeiras no IFAM, objeto desse estudo, irá contribuir com o processo de coleta seletiva, pois a identificação das lixeiras por cores não é suficiente para educar as pessoas da escola a descartar o lixo adequadamente. A forma correta de descarte do lixo facilitará a destinação apropriada e irá somar com a preservação ambiental.

É importante ressaltar que a automação por si só não irá resolver a problemática de descarte incorreto dos resíduos, essa proposta será mais uma metodologia que irá contribuir com a preservação de um ambiente limpo e descarte de resíduos nos locais adequados.

A automação é a união e coordenação de diversos componentes, a fim de executar as tarefas requisitadas com pouca necessidade da intervenção humana. Esta é capaz de fazer ajustes e controle sobre a parte do processo de modo a aperfeiçoar a eficiência e padrão de qualidade (FIALHO, 2011).

O estímulo da automação no processo de coleta seletiva irá favorecer a aplicação do Art. 35 e seus incisos I e II da Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que dispõe: Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e na aplicação do art. 33, os consumidores são obrigados a:

- I - Acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados;
- II - Disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. (BRASIL, 2010)

Como se observa, a legislação citada orienta os consumidores a acondicionar de forma diferenciada os resíduos gerados, assim como a coleta dos mesmos. Nota-se ainda que os procedimentos de tratamento dos resíduos, coleta estão estabelecidos em lei, contudo há uma necessidade de disseminar essas informações, maximizando as orientações através da Educação Ambiental.

A coleta seletiva a ser adotada utilizando a automação irá contribuir com esse processo, uma iniciativa que irá semear outras ações favorecendo o cumprimento previsto em lei e educando as pessoas a darem a destinação e o tratamento adequado aos resíduos gerados.

Nos dias atuais se vive numa sociedade do consumo, com isso gera-se uma quantidade enorme de resíduos, principalmente o uso de descartáveis, os quais irão parar nas lixeiras, pois a iniciativa de coletar o que pode ou não ser reutilizado ou reciclado ainda é incipiente para o tamanho dos problemas gerados ao meio ambiente.

Iniciativas por parte das escolas precisam avançar muito na Educação Ambiental, pois é algo que acontece apenas em datas específicas, precisa ser um conteúdo transversal para alcançar a excelência, com atitudes cotidianas com o objetivo de se estender para todas as práticas de sustentabilidade.

Diante desse cenário, a Educação Ambiental deve ser planejada e realizada no sentido de contribuir com a formação de cidadãos críticos e conscientes,

transformando valores e atitudes mediante a construção de novos conhecimentos e novos hábitos, nos quais as novas gerações sejam sensibilizadas para atuar como agentes ativos na resolução de problemas sociais / ambientais para contribuir com a melhoria da qualidade de vida em todos os aspectos (GUIMARÃES, 1995).

Nesse sentido, a lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Referida lei tem como princípios básicos que a educação ambiental estará presente em todas as modalidades do ensino, desde o básico, infantil, fundamental, superior, especial, profissional e na educação de jovens e adultos (artigo 9º da lei 9.795/99).

O artigo 1º da citada lei, destaca:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Nesse sentido, Dias (2004) afirma que é necessário inicialmente trabalhar com o nosso ambiente interior, as nossas posturas e decisões, depois o entorno pessoal, o ambiente familiar, o ambiente escolar, na sequência analisa-se o entorno desses ambientes, o pátio da escola, o entorno imediato da escola, o bairro, a cidade, a região e demais ambientes.

Assim, é importante olhar para tudo que está em nossa volta e ir além, desta forma é possível construir atitudes e valores sociais em prol da conservação do meio ambiente promovendo saúde e qualidade de vida a partir do momento em que se tratar a coleta seletiva de maneira responsável e comprometida com a sustentabilidade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste terceiro capítulo será definida a metodologia que esta pesquisa irá aplicar, apresentando-a quanto à abordagem, à natureza, aos objetivos e aos procedimentos aplicados.

Além disso, serão apresentados os materiais aplicados no projeto, sejam eles materiais físicos, como os sensores e atuadores utilizados, como também os softwares para realização da simulação. Com isso, cada tópico estará abordando uma breve explicação do item, seu funcionamento e sua aplicabilidade, para mostrar sua importância e justificar o seu uso para o projeto.

Por último, será apresentado um fluxograma do funcionamento do projeto, assim como a explicação do mesmo, para que o leitor compreenda de forma mais didática e visível o seu desenvolvimento e auxiliá-lo na compreensão, para que em trabalhos futuros possa-se usá-lo como referencial.

3.1. METODOLOGIA

O termo pesquisa, de acordo com Gil (2007), se refere ao estudo racional e sistemático, com o objetivo de solucionar problemas propostos. Então, pode-se afirmar que pesquisa científica é o resultado detalhado de um estudo iniciado a partir de uma pergunta problema.

Segundo Luz (2012), existem vários tipos de metodologia que podem ser aplicadas em um processo de pesquisa. Quanto à abordagem, existe a pesquisa quantitativa, que busca a objetividade na coleta e análise de dados por meio de procedimentos estatísticos; a qualitativa, em que o foco é o subjetivo como meio de compreensão e interpretação das experiências; e a quanti-qualitativa, uma junção das duas.

Referente à natureza, a pesquisa pode ser básica ou aplicada, a primeira não visa uma aplicação prática, ao contrário da segunda. Se a pesquisa for aplicada, esta pode ter vários objetivos, e, de acordo com eles, o projeto pode ter uma pesquisa exploratória, descritiva, explicativa, ou um conjunto destes.

Por último, pode-se ter uma pesquisa experimental, bibliográfica, documental, pesquisa de campo, entre muitas outras, e estas podem ser agregadas num mesmo projeto científico.

A metodologia aplicada neste TCC será voltada a uma pesquisa quanti-qualitativa, pelo fato de que se precisam analisar os modos de descarte de lixo existentes, principalmente pelo fato de que o problema é voltado para uma detecção de algo que ocorre comumente em todo o planeta, o que caracteriza uma pesquisa quantitativa. Além disso, também será necessário fazer a análise destes dados, utilizando ferramentas como observação e definição de critérios, que são de natureza subjetiva e representam uma pesquisa qualitativa.

Quanto à natureza, este trabalho tem como objetivo gerar uma pesquisa aplicada, pois será voltada a apresentar possível solução de um problema específico, de um local específico, o que envolve interesse da mesma na solução deste projeto.

Quanto ao objetivo, será uma pesquisa descritiva e explicativa, para que seja possível descrever os fatos de acordo com um ambiente específico (neste caso o escolar), mas que também pode ser utilizado em outras situações, desde que seja adaptado. Ademais, os fatores descobertos na aplicação do projeto serão utilizados para tentar gerar uma explicação das causas e efeitos do problema.

Por último, os procedimentos escolhidos serão uma pesquisa experimental, para analisar as variáveis capazes de influenciar o objeto de estudo, juntamente com uma pesquisa bibliográfica, para possuir um embasamento teórico com referências para determinar e justificar a solução encontrada.

3.2. COMPONENTES E MATERIAIS

Para criar um sistema de coleta seletiva automatizada são necessários alguns materiais básicos, como sensores, atuadores e microcontroladores. De acordo com a necessidade e desejo do projetista, estes podem ser de melhor e maior precisão e qualidade. Como este TCC tem como ambiente de estudo uma instituição que possui cursos voltados para áreas de automação, o projeto utilizará recursos de fácil acesso para os alunos, para que possam aplicar seus conhecimentos nas aulas e que a Instituição possa usufruir deste projeto de forma eficaz.

Tomando como partido que este trabalho focará em dois tipos de materiais da coleta seletiva – os de plásticos e os metálicos -, será necessário utilizar dois sensores que possam captar estes elementos, que são os sensores capacitivos e indutivos, respectivamente.

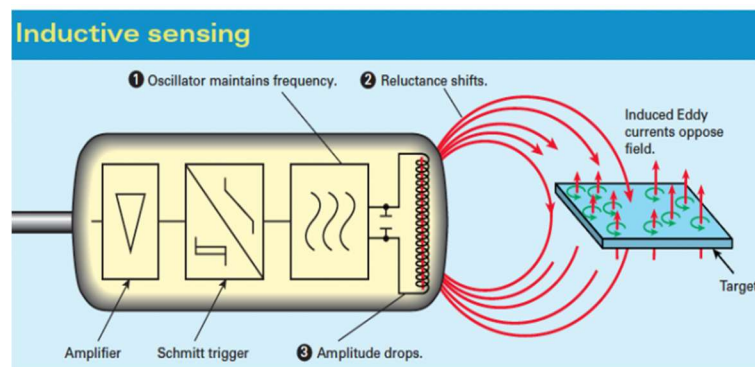
Como os sensores irão detectar que tipo de material está entrando, eles precisarão passar esta informação a um controlador, que irá determinar qual atuador será acionado para levar o material ao seu local de descarte correto. Para isso será utilizada a plataforma Arduino, que possui diversos benefícios, dentre eles o fato de ser *open source*, ou seja, uma plataforma aberta de computador, gratuita, baseada em uma placa com entradas e saídas, e um ambiente desenvolvido que implementa e processa linguagens de programação. Após receber as informações, o arduino enviará um sinal de saída para que o atuador correto seja acionado e o material seja descartado no local indicado.

3.2.1. Sensor Indutivo

De acordo com Seidel (2011), o sensor indutivo é um dispositivo eletrônico que detecta elementos metálicos próximos, sem precisar de contato. Estes sensores geralmente possuem uma grande precisão, ótima durabilidade e não tem ruídos. Com isso, seu uso é bastante comum em diversos projetos na área de automação, como, por exemplo, na detecção de materiais metálicos em uma linha de produção.

O sensor é formado por uma bobina, um oscilador, um circuito de disparo e um circuito de saída. A bobina, que fica localizada numa extremidade do sensor, gera um campo eletromagnético. Quando um objeto metálico passa dentro da área que o campo alcança, o oscilador diminui a amplitude do seu sinal senoidal e, ao ser comparado com um sinal padrão, é acionado o circuito de saída que fornece um sinal para uma interface. Na figura abaixo se pode verificar de forma mais didática como é o funcionamento do sensor indutivo:

Figura 2 - diagrama de um sensor indutivo.



Fonte: SILVEIRA, CRISTIANO (2015)

A distância sensora nominal ou distância que o sensor opera é determinada a partir do tipo de material metálico que se encontra no campo magnético, pois cada metal possui uma resistividade e isso influencia na detecção. Na tabela abaixo temos os Fatores de Redução (FR) para Ferro e Aço. De acordo com esta, podemos verificar que o FR do alumínio é 0,4. Isso significa que o alcance no alumínio é menor se comparado ao aço inox, por exemplo.

Tabela 1 - Fator de redução de materiais metálicos

MATERIAL	FR
Ferro e Aço	1,0
Cromo e Níquel	0,9
Aço Inox	0,85
Latão	0,5
Alumínio	0,4
Cobre	0,3

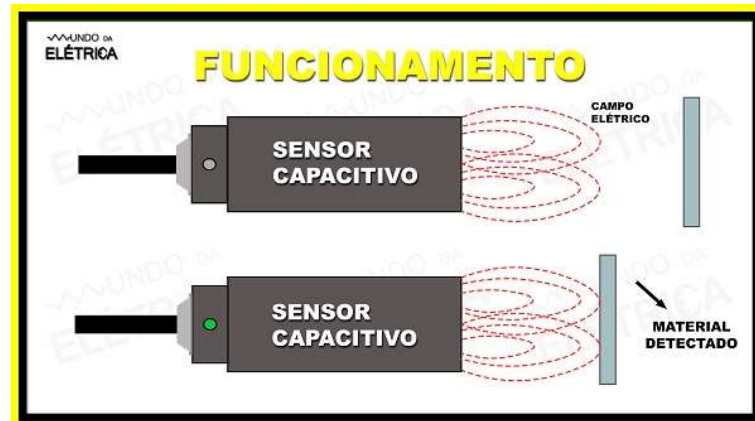
Fonte: <https://turmadaeletrica.com.br/sensores-indutivos/> (2018)

3.2.2. Sensor Capacitivo

O sensor capacitivo é um dispositivo eletrônico sensível à proximidade de materiais, sejam eles orgânicos, líquidos, entre outros. Uma característica deste é a possibilidade de alta resolução, por isso ele é bastante utilizado em variados projetos, como medição de posicionamento, medição de espessura e identificação de materiais de acordo com suas propriedades, como é o caso de projeto. Diferente do sensor indutivo que gera um campo magnético, este sensor gera um campo elétrico.

Seu funcionamento é bastante simples. O sensor capacitivo, quando energizado, cria um campo elétrico gerado pelo seu circuito interno. Assim como o sensor indutivo, quando há uma variação do campo, um sinal é enviado para uma interface e esta gera uma ação de acordo com o programa que foi desenvolvido. Então, isso significa que quando um objeto for detectado na área de atuação do sensor capacitivo, ele irá alterar o campo elétrico.

Figura 3 - funcionamento de sensor capacitivo



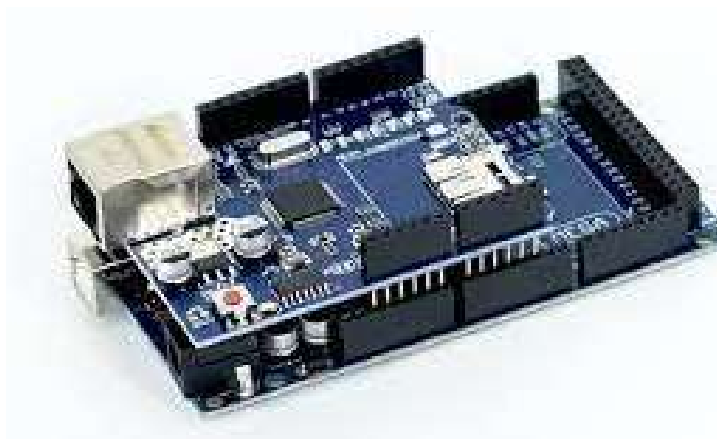
Fonte: MUNDO DA ELÉTRICA

3.2.3. Plataforma Arduino

O Arduino é uma plataforma *opensource*, ou seja, de códigos livres, que possibilita a criação de dispositivos que interajam com o meio ambiente. Nesta plataforma pode-se utilizar como entrada sensores, como sensor de temperatura, sensor ultrassônico, sensor capacitivo e indutivo para captar informações do meio que estão e também pode gerar uma saída, como acionamento de *Light Emitting Diode* (LED), de motores e displays. (SOUZA et al, 2011).

Para isto, o Arduino possui uma interface baseada na programação em linguagem C/C++, também *opensource*, o que possibilita o usuário realizar diversos programas de acordo com o que deseja. Este ambiente possui bibliotecas que permitem interface com outros *hardwares* e possui conectividade com um computador através de portas USBs, facilitando seu uso. (SOUZA et al, 2011).

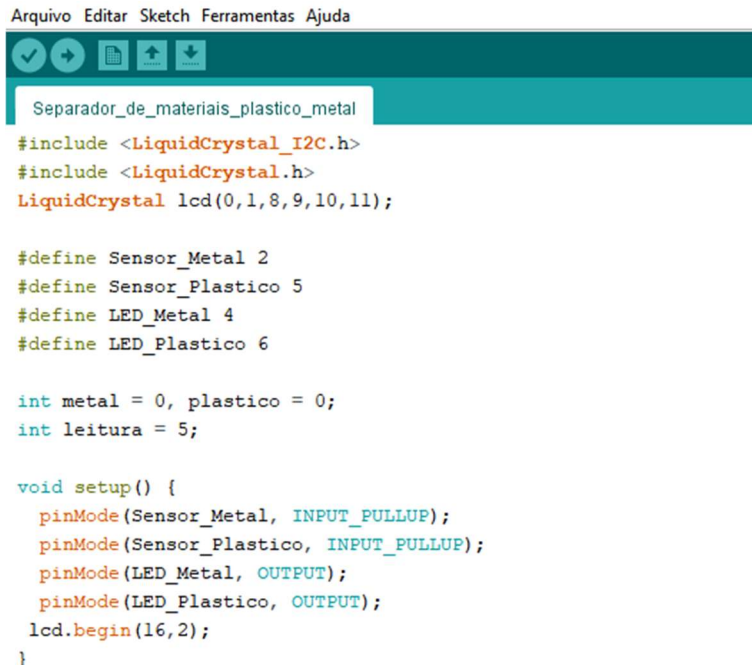
Figura 4 - Placa Arduino



Fonte: THOMSEN, ADILSON (2014)

De acordo com Martinazzo (2014), o Ambiente Integrado de Desenvolvimento (IDE em inglês) do Arduino é escrita em Java, o que permite portabilidade para vários sistemas operacionais. Nesta, há um editor de código fonte livre que compila o programa e envia para a placa, o que gera o resultado conforme desejado, por exemplo, a verificação e informação da temperatura de um ambiente. Esta interface é gratuita e pode ser utilizada para diversos fins, tanto para simples atividades como para grandes projetos.

Figura 5 - IDE da Plataforma Arduino



```

Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda
✓ ↩ 📄 ⬆ ⬇
Separador_de_materiais_plastico_metal
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(0,1,8,9,10,11);

#define Sensor_Metal 2
#define Sensor_Plastico 5
#define LED_Metal 4
#define LED_Plastico 6

int metal = 0, plastico = 0;
int leitura = 5;

void setup() {
  pinMode(Sensor_Metal, INPUT_PULLUP);
  pinMode(Sensor_Plastico, INPUT_PULLUP);
  pinMode(LED_Metal, OUTPUT);
  pinMode(LED_Plastico, OUTPUT);
  lcd.begin(16,2);
}

```

Fonte: A própria autora (2021)

3.2.4. Servo Motor

De acordo com Mattede, autor do website Mundo da Elétrica, o servo motor é um dispositivo atuador que pode ser de Corrente Contínua (CC) ou Corrente Alternada (CA). Eles geralmente são utilizados em projetos que necessitam de sincronia e precisão, além de um torque alto e constante. Conforme imagens abaixo, pode-se notar que os servos motores podem ter diversas formas e tamanhos, o que possibilita sua grande aplicação nas áreas de robótica, automação e controle.

Figura 6 - Servo Motor AC 750W ECMA-C20807RS



Fonte: EMPRESA DELTA CNC

Figura 7 - Servo Motor SG90 9G MINI MICRO



Fonte: EMPRESA STARWARE

O servo motor é o ideal para este projeto devido sua alta aplicabilidade e diversas outras vantagens, como o alto controle de posicionamento, fazendo com que o motor atinja o ângulo correto de operação pré-determinado, assim como possuir um baixo nível de vibração, o que torna o projeto mais estável e com uma boa qualidade. Além disso, ele possui alta velocidade de respostas, um alto torque e uma manutenção

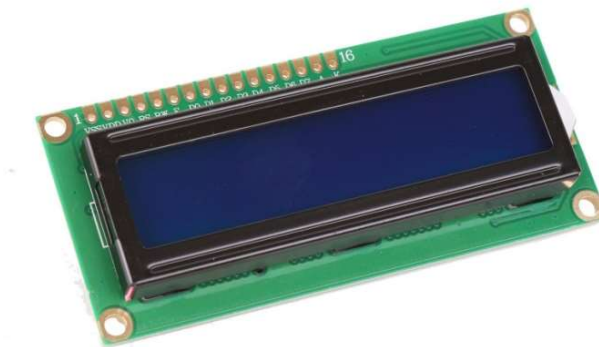
simples. Por outro lado, seu custo pode ser relativamente alto, principalmente pelas vantagens citadas acima (CRAVO, 2021).

3.2.5. LCD

De acordo com PUHLMANN, o *Liquid Crystal Display* (LCD) é um dispositivo eletrônico que permite a visualização de informações através de números e caracteres exibidos em uma Interface Humano Máquina (IHM). Eles podem ser encontrados em vários produtos como aparelhos eletroeletrônicos, automóveis e até brinquedos.

As principais características do LCD são a possibilidade de escrever diversas mensagens, as diversas cores de plano de fundo e do texto, a facilidade de encontrar produtos e seu custo-benefício, pois possuem um baixo consumo de energia. (BABOS, 2021).

Figura 8 - Display LCD 16X2.

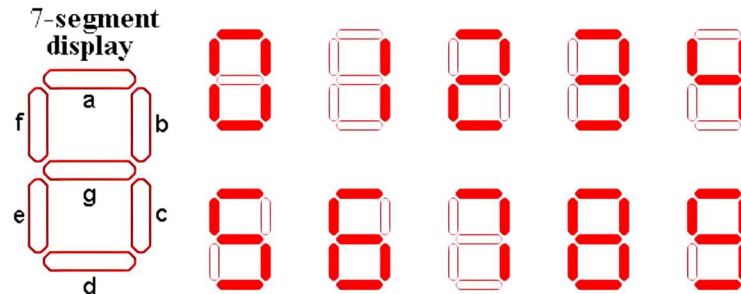


Fonte: EMPRESA DIY ELECTRONICS

Um dos displays mais utilizados em projetos atualmente é o Display de LED de sete segmentos. Ele possui esse nome, pois é formado por sete LEDs que, de acordo com seu acionamento, podem indicar um número ou letra específicos. Neste, cada led possui uma letra, sendo nomeado de “a” a “g”. No momento de desenvolver um programa, devem-se acionar os leds de acordo com as letras que devem formar o número/letra, usando “1” para ativar e “0” para desativar. Por exemplo, na figura

abaixo, caso deseje-se informar o número “1” no display, precisa ativar as letras “b” e “c”.

Figura 9 - exemplos de uso do display de sete segmentos.



Fonte: DONALD, FRANK (2014)

3.3. SOFTWARE CAD ONSHAPE

Para auxiliar a idealização do projeto, existem diversos *softwares Computer Aided-Design* (CAD), ou seja, Desenhos Assistidos por Computador, que são ferramentas utilizadas para criação de desenhos técnicos a partir do auxílio de um computador ou *notebook*. Existem diversos programas atualmente com esse recurso, como o SolidWorks, Inventor, Onshape e o mais conhecido, o AutoCAD (IBEC, 2021).

O *software* Onshape é um CAD que possibilita a criação de desenhos 3D com o diferencial de ser um programa online. Isso significa que é um simulador que pode salvar os projetos na nuvem, permitindo acesso através de navegadores de internet, aplicativos celulares (Android e IOS) ou tablets (CAPTERRA, 2021).

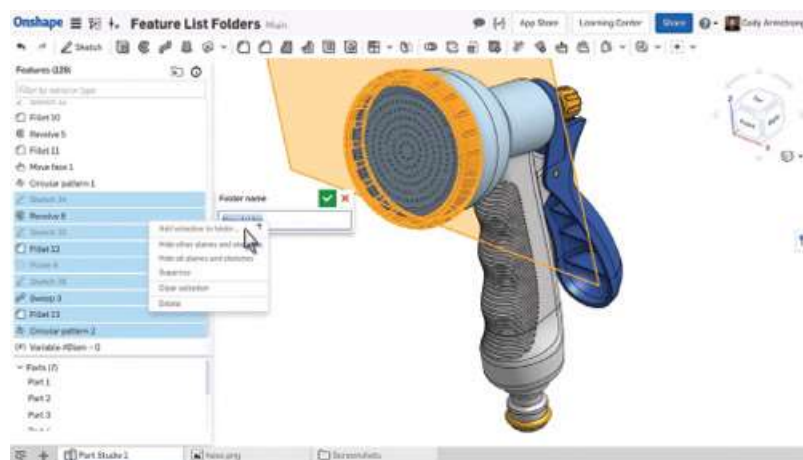
Figura 10 - Software Onshape e suas versões.



Fonte: ONSHAPE (2019)

Ainda segundo o website CAPTERRA, ele foi construído especialmente para o auxílio de engenheiros e projetistas, devido seu acesso síncrono em aos seus projetos, sem a necessidade de licença de software e instalação de programas. Ademais, o sistema possui uma versão gratuita, que possibilita o acesso a diversos *features*, além de ser um local de compartilhamento, onde se pode utilizar projetos de outros usuários para uso ou então complemento de algum projeto já em desenvolvimento.

Figura 11 - Exemplo de projeto no Onshape.



Fonte: COHN, DAVID (2019)

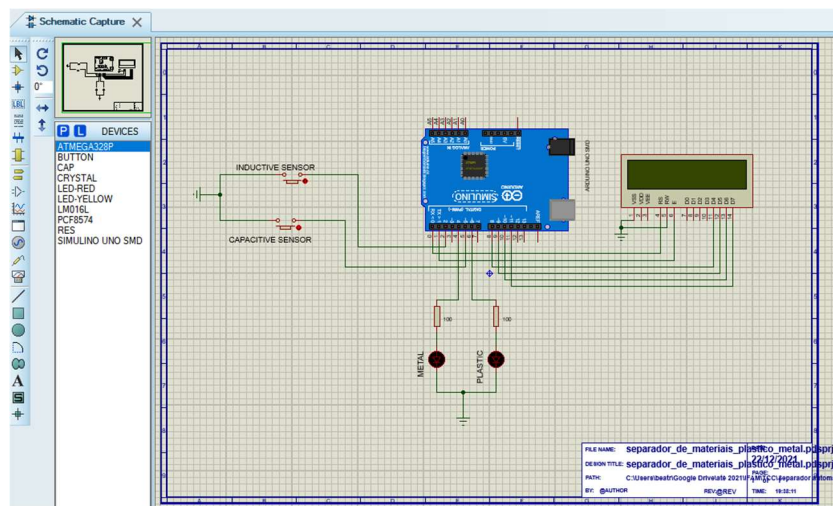
3.4. SOFTWARE PROTEUS

O PROTEUS é um programa que possibilita a criação de desenhos de circuitos integrados, utilizando símbolos de componentes elétricos/eletrônicos, como resistores, capacitores, entre outros, para fazer uma simulação, além de instrumentos de medição e gráficos com seus resultados. É um simulador bastante utilizado, seja por estudantes ou por profissionais da área como engenheiros e projetistas, pois através deste pode-se verificar como um projeto se comportaria antes da criação do seu físico, além de facilitar a análise de possíveis riscos e problemas (BERMUDÉZ, 2005).

O software possui duas ferramentas de trabalho: A primeira é a ISIS, que significa *Intelligent Schematic Input System* (Sistema de Entrada Esquemático Inteligente), em que é possível desenvolver a parte esquemática de um projeto, utilizando componentes e equipamentos conforme dito acima. A outra ferramenta é o

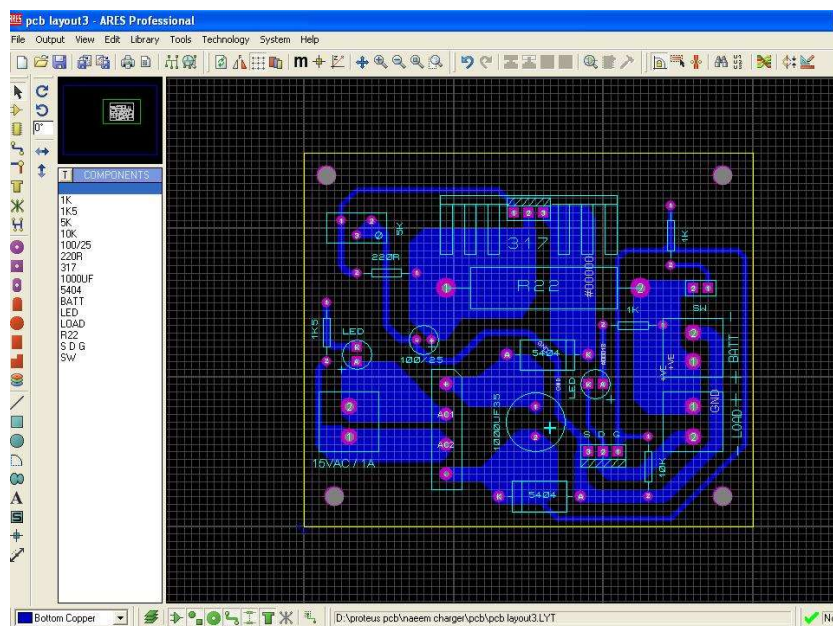
ARES, *Advanced Routing and Editing Software* (Roteamento Avançado e Edição de Software), onde se desenvolve a parte de layouts de PCBs – *Printed Circuit Board* (Placas de Circuito Impresso), com suas conexões e trilhas (SANTOS, 2014). Nas imagens abaixo, pode-se verificar um exemplo das telas do PROTEUS com a ferramenta ISIS e com a ARES em desenvolvimento, respectivamente.

Figura 12 - Exemplo de simulação do PROTEUS ISIS



Fonte: PROTEUS LABCENTER

Figura 13 - Exemplo de simulação do PROTEUS ARES



Fonte: AHMAD, IRFAN (2013)

3.5.FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO

Para desenvolver o projeto será necessário aplicar os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Controle e Automação. Ele será dividido em duas etapas: desenvolvimento do CAD do projeto, para melhor visualização do projeto e simulação do seu funcionamento através de um simulador de projetos eletrônicos.

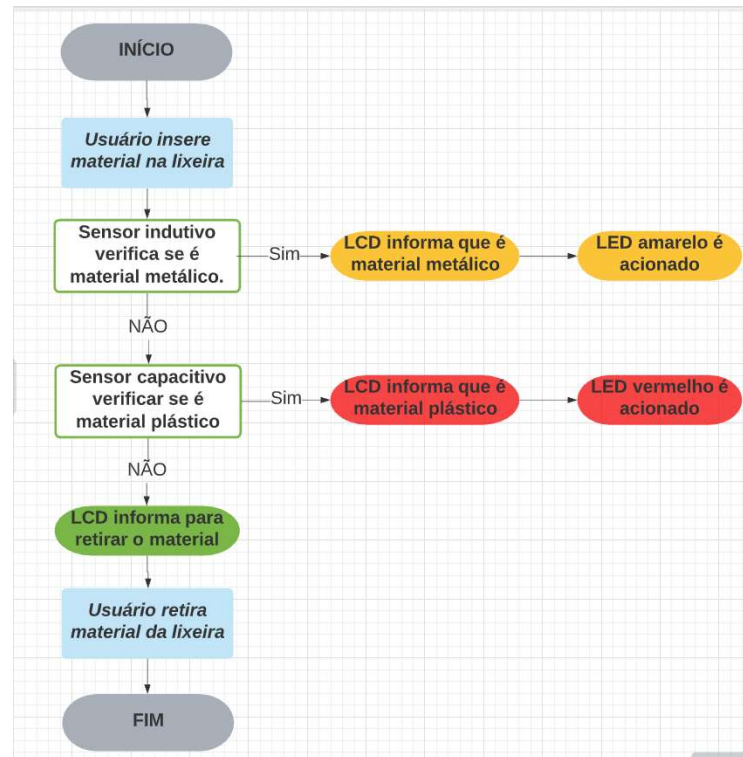
Para simplificar a idealização de funcionamento do projeto e explicá-lo de forma mais didática, foi feito um fluxograma explicando passo-a-passo da ideia principal deste trabalho. O fluxograma abaixo foi realizado pela autora deste trabalho através do *website* Lucidchart, uma plataforma *online* que permite a criação de gráficos, diagramas, fluxos, organograma e diversos outros processos. É uma ferramenta gratuita bastante utilizada que auxilia na compreensão e desenvolvimento de diversos projetos.

Conforme pode ser visto na figura abaixo, primeiramente o usuário deve inserir o material que será reciclado. Após a detecção deste material, será feita uma análise para verificar se ele é metálico ou de plástico. Para isto, será necessário utilizar um sensor indutivo para detecção dos metais e um sensor capacitivo para os plásticos.

Segue a descrição de funcionamento para os casos abaixo:

- Inserção de material plástico: neste caso, o sensor capacitivo irá detectar o item plástico. Conseqüentemente, o LCD informará a mensagem “Objeto: Plástico” e, paralelamente, o led vermelho será acionado.
- Inserção de material metálico: caso seja metal, o sensor indutivo irá detectá-lo. Logo após, o LCD informará a mensagem “Objeto: Metálico” e, paralelamente, o led amarelo será acionado.
- Quando não há material: nesta condição, assim como na anterior, o LCD informará a mensagem “Objeto: Não detectado”.

Figura 14 - Fluxograma do Processo de Coleta Seletiva Automatizada



Fonte: Própria Autora (2021)

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento do projeto com base nos conhecimentos teóricos adquiridos nos capítulos anteriores. Será explicado como foi o processo de criação do projeto, utilizando o auxílio dos softwares Onshape e Proteus já apresentados. Logo após serão analisados os resultados obtidos, comparando-os com os esperados e, ao final, verificar o cumprimento dos objetivos específicos listados no primeiro capítulo.

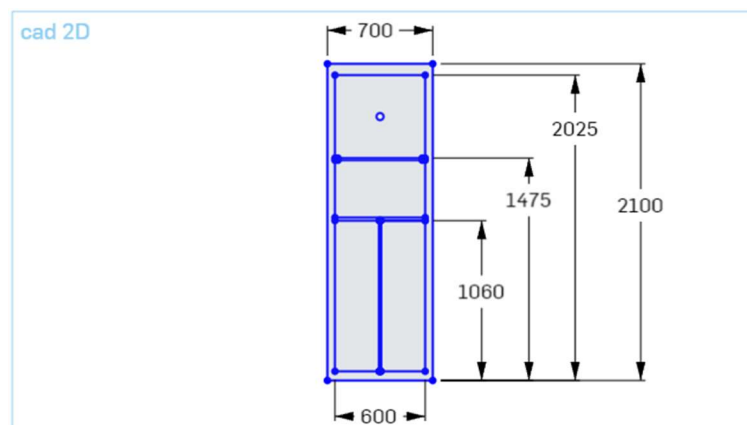
4.1. PROTÓTIPO CAD

Uma das primeiras partes de um projeto é a idealização de como ele será fisicamente. Neste, deve-se levar em consideração tópicos como onde o protótipo irá ficar, como será instalado e principalmente, quem serão os usuários.

Portanto, foi feita uma simulação de como seria o protótipo considerando que este ficaria localizado no ambiente de estudo (IFAM), sua instalação ficaria próximo ao refeitório, devido o local ser o foco de descarte de materiais metálicos e plásticos e os usuários são os próprios alunos do instituto, servidores e terceirizados.

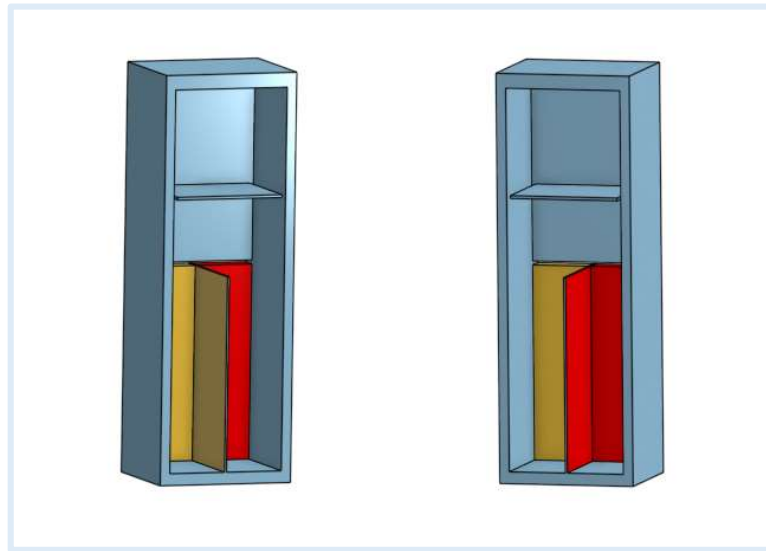
Como citado nos capítulos anteriores, o simulador CAD utilizado para este projeto foi o *Onshape*, devido sua interface de fácil compreensão e a facilidade de desenvolver o desenho em qualquer lugar, pelo fato de ser *online* e possuir versões para navegador e celular.

Figura 15 - Desenho 2D.



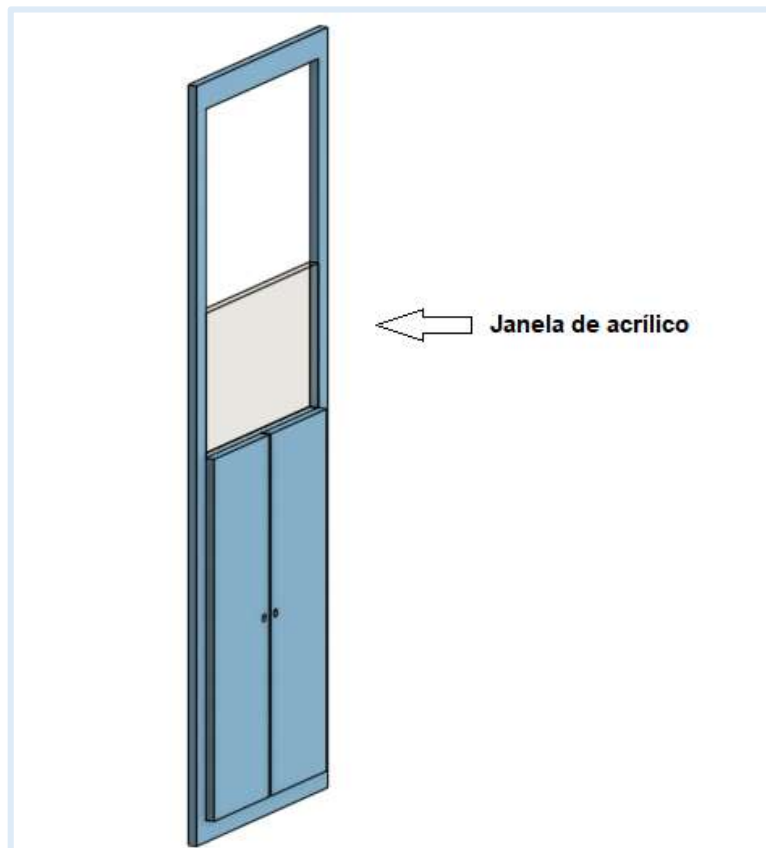
Fonte: Própria autora (2021)

Figura 16 - Desenho 3D (parte interna)



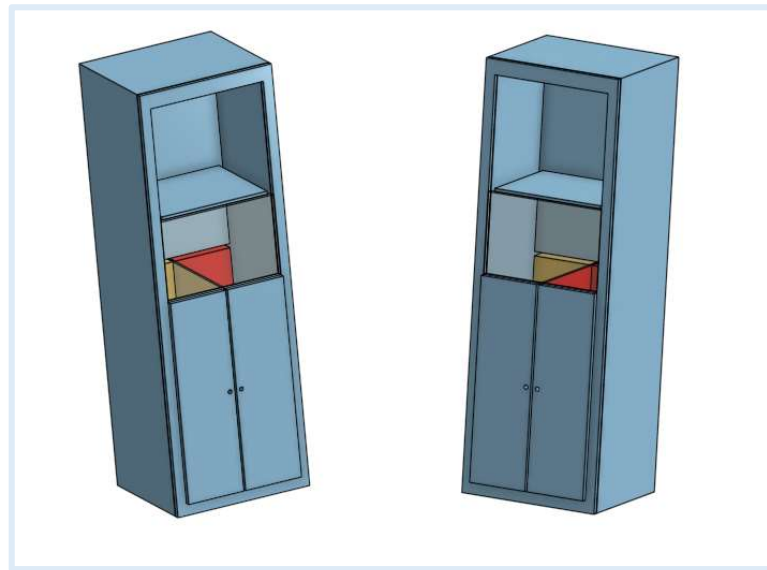
Fonte: Própria Autora (2021)

Figura 17 - Desenho 3D (parte frontal)



Fonte: Própria autora (2021)

Figura 18 - Desenho 3D (protótipo final)



Fonte: Própria autora (2021)

Conforme se pode ver nas imagens acima, o protótipo possuiria cerca de dois metros de altura e a parte de inserção dos itens ficaria a uma altura mínima de 1,4m, para que este seja ergonomicamente viável para as pessoas inserirem os objetos. Internamente possuiria uma base que se moveria para esquerda (caso o material seja metálico) ou para a direita (caso material seja plástico). A janela do meio seria de material acrílico para que os alunos possam ver o material sendo descartado corretamente e na parte inferior teria uma porta que seria para a retirada dos materiais quando necessário.

4.2. SIMULAÇÃO NO PROTEUS

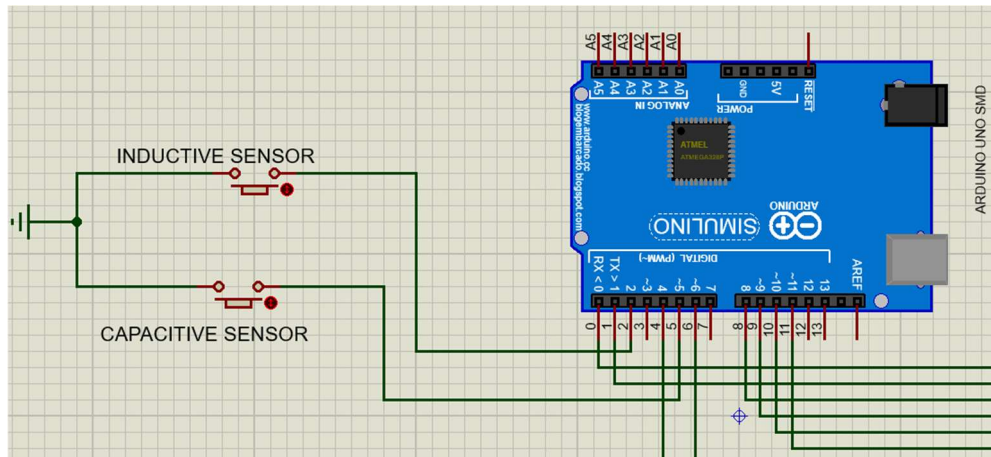
O próximo passo realizado foi o desenvolvimento do circuito do projeto para simular seu funcionamento através do simulador Proteus ISIS. Neste, foi utilizada a biblioteca do arduino para melhor compreensão e visualização. O circuito pode ser dividido em três blocos principais que são conectados ao Arduino UNO.

A primeira parte é o circuito dos sensores. Os sensores utilizados para o projeto são os capacitivos e indutivos, porém, como não existem estes itens na biblioteca do simulador, utilizou-se dois botões como sinais de entrada, ou seja, cada botão

representa um sensor e, quando este for ativado, simula a aproximação de um objeto plástico ou metálico.

Conforme imagem abaixo, o sensor indutivo (botão de cima) é conectado no pino digital 2 do Arduino e o sensor indutivo (botão de baixo) é conectado no pino digital 5.

Figura 19 - Simulação sensores no Proteus com uso do botão

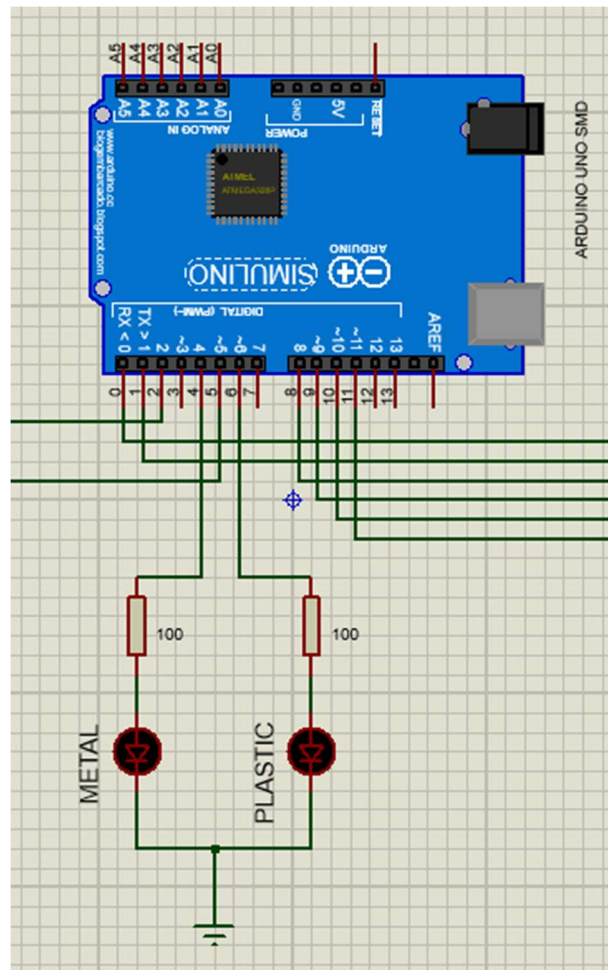


Fonte: Própria Autora (2021)

A segunda parte é o circuito de acionamento. Nesta simulação temos os leds vermelho e amarelo que indicam se o material inserido é plástico ou metálico, respectivamente. Caso o botão do sensor capacitivo seja acionado na simulação, o led vermelho irá acender, e caso ele seja desativado, o led irá desligar. O mesmo princípio ocorre com o led amarelo, representando a presença de material metálico, ou seja, sensor indutivo ativado.

Na imagem abaixo, pode-se verificar foi utilizado um resistor de 100ohm para cada led, para proteção dos mesmos. Com isso, o circuito do led amarelo (metálico) foi conectado no pino digital 4 e o do led vermelho (plástico) foi conectado no pino digital 6.

Figura 20 - Simulação do acionamento dos leds no Proteus

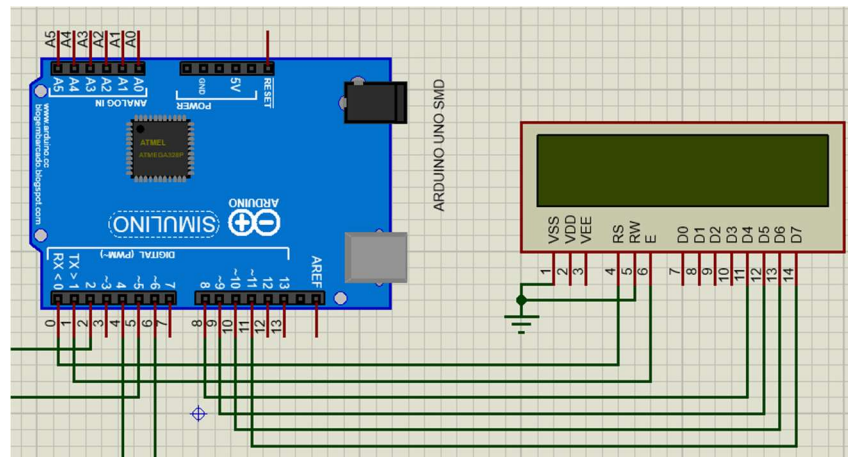


Fonte: Própria autora (2021)

Por último, a terceira parte do circuito representa a configuração do LCD no simulador. O *display* é responsável por informar o usuário se o material inserido é metálico ou plástico, ou informar se não foi detectado nenhum item.

Para isto, deve-se colocar os pinos VSS e RW no *ground* e conectar os pinos do LCD D4, D5, D6 e D7 nos pinos do Arduino conforme programação. Neste caso, conectado nos pinos digitais 8, 9, 10 e 11, respectivamente.

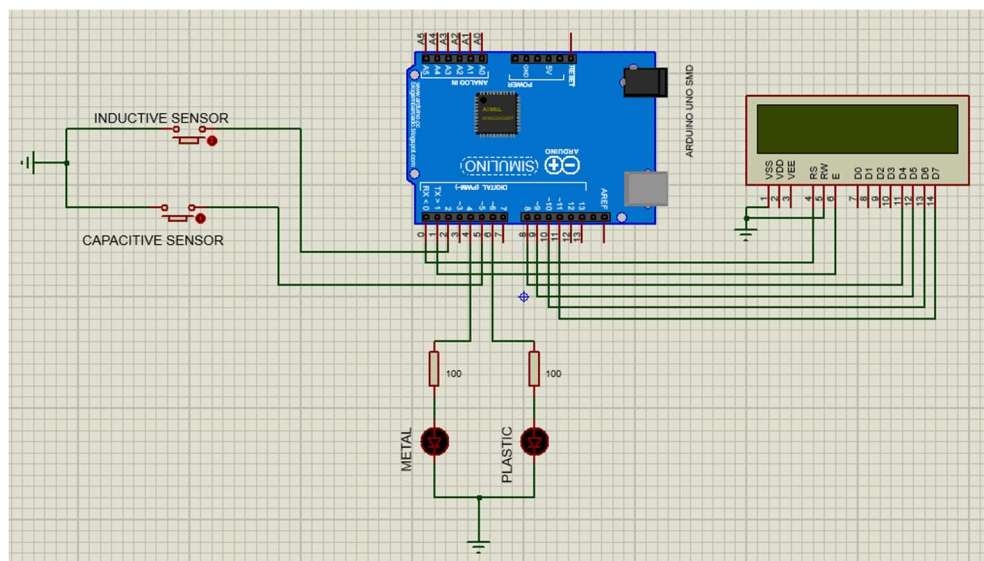
Figura 21 - Simulação do acionamento dos LCD no Proteus



Fonte: Própria autora (2021)

Juntando as três partes acima, temos o simulador do circuito completo, para o funcionamento ocorra perfeitamente, ou seja, quando o Arduino for alimentado, os sensores representados pelos botões irão estar ativos “sentindo” o ambiente ao seu redor. Quando for detectado um material metálico ou plástico, o sensor irá enviar a informação para o atuador - neste trabalho representado pelos leds – e o *Display* irá informar o usuário qual material ele está inserindo. Caso não seja metal ou plástico, este irá avisar que o material não foi detectado.

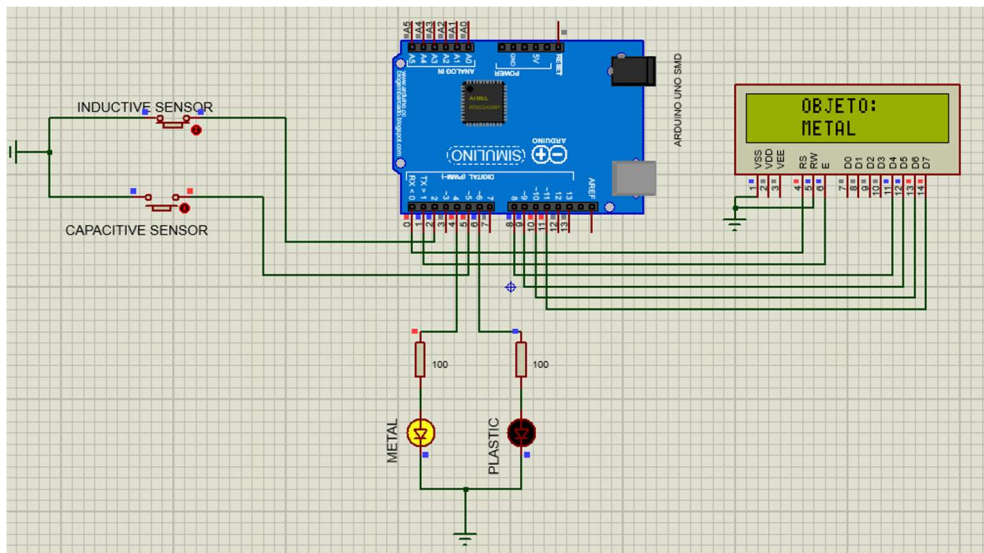
Figura 22 - Simulação do circuito completo no Proteus



Fonte: Própria autora (2021)

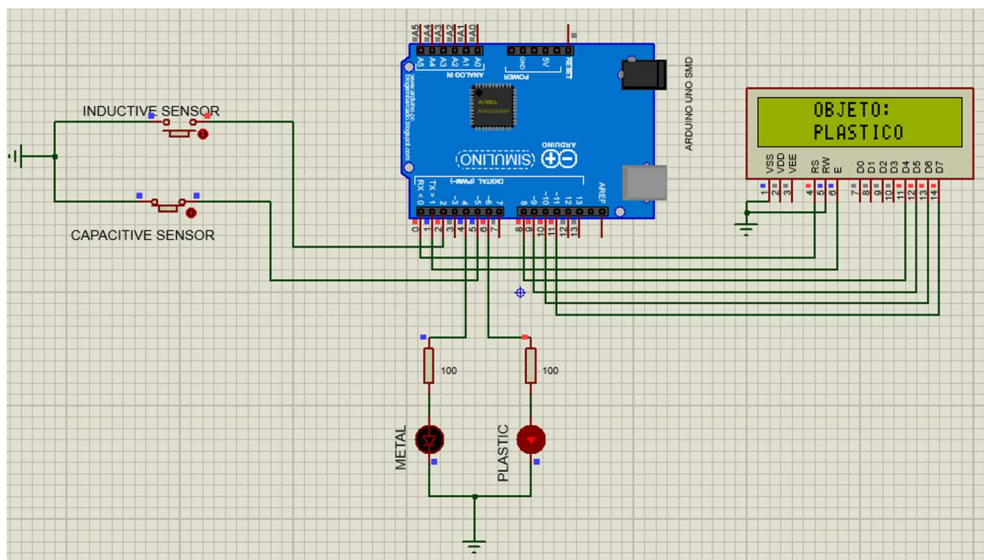
Nas imagens abaixo podemos ver o funcionamento do circuito nas três condições: detecção de materiais metálicos, detecção de materiais plásticos e não detecção de materiais.

Figura 23 – Simulação de detecção de materiais metálicos



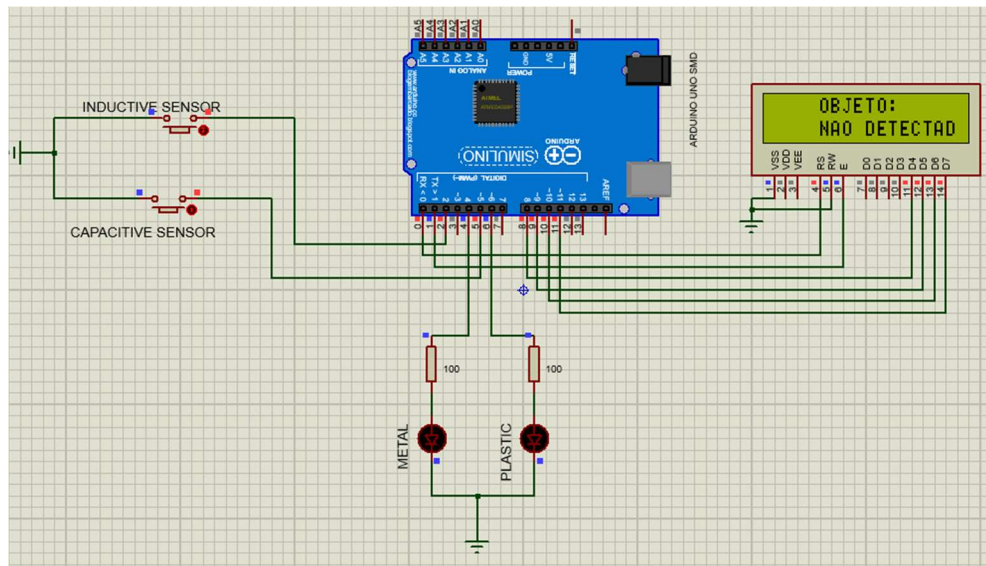
Fonte: Própria autora (2021)

Figura 24 - Simulação de detecção de materiais plásticos



Fonte: Própria autora (2021)

Figura 25 - Simulação de não detecção de materiais



Fonte: Própria autora (2021)

5. CONCLUSÃO

Como sabe-se, o ramo desta pesquisa de automatização de processos de separação de lixo e materiais reutilizáveis é bastante amplo, devido a grande variedade de aplicações e adaptações que podem ser feitas para cada realidade da nossa sociedade.

O projeto realizado demonstrou como seria o desenvolvimento do protótipo e como ele seria aplicado no ambiente de estudo. Ao juntar a criação do fluxograma de funcionamento, o desenho 3D feito no software Onshape e a simulação do software Proteus, pôde-se verificar a semelhança com a nossa realidade, preservando e comprovando os resultados que se esperavam nesta pesquisa.

A interface utilizada no software Proteus, juntamente com o *display LCD* e o auxílio dos LEDs são capazes de simplificar o entendimento do que se é esperado do produto e ensina seus usuários a se conscientizarem quanto a separação de lixo e sua reciclagem.

A partir deste estudo, pode-se concluir que o uso dos materiais acima citados é eficaz para cumprir os objetivos deste trabalho, e que foi encontrado um possível processo de automatização de coleta seletiva de materiais plásticos e metálicos.

Devido a situação mundial da pandemia do COVID-19 e as limitações que ela nos trouxe, pode-se aproveitar para buscar temas e propostas para trabalhos futuros relacionados a esta pesquisa. Um ótimo exemplo é a possibilidade de implementar esta simulação a partir de um protótipo que possa ser testado por possíveis usuários e verificar se as análises feitas para este projeto podem ser aplicadas na prática.

Outra possibilidade de pesquisa seria aumentar o alcance do projeto para outros tipos de materiais, como de vidro e de papel, que são os comumente encontrados nos programas de coleta seletiva, ou até mesmo criar um projeto para um ambiente específico, como a separação de resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde em ambientes hospitalares.

Enfim, há uma gama de possíveis trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos a partir deste projeto, devido sua importância atual e sua capacidade de adaptação para diversas situações e ambientes.

6. APÊNDICE

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(0,1,8,9,10,11);

#define Sensor_Metal 2
#define Sensor_Plastico 5
#define LED_Metal 4
#define LED_Plastico 6

int metal = 0, plastico = 0;
int leitura = 5;

void setup() {
  pinMode(Sensor_Metal, INPUT_PULLUP);
  pinMode(Sensor_Plastico, INPUT_PULLUP);
  pinMode(LED_Metal, OUTPUT);
  pinMode(LED_Plastico, OUTPUT);
  lcd.begin(16,2);
}

void loop() {
  metal = digitalRead(Sensor_Metal);
  plastico = digitalRead(Sensor_Plastico);
  if (metal == 0){
    digitalWrite(LED_Metal,1);
    digitalWrite(LED_Plastico,0);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("OBJETO:");
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("METAL");
    delay (1000);
```

```
}  
else{  
  if (plastico == 0){  
    digitalWrite(LED_Metal,0);  
    digitalWrite(LED_Plastico,1);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(4,0);  
    lcd.print("OBJETO:");  
    lcd.setCursor(4,1);  
    lcd.print("PLASTICO");  
    delay (1000);  
  }  
  else{  
    digitalWrite(LED_Metal,0);  
    digitalWrite(LED_Plastico,0);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(4,0);  
    lcd.print("OBJETO:");  
    lcd.setCursor(4,1);  
    lcd.print("NAO DETECTADO");  
    delay (1000);  
  }  
}  
}
```

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BABOS, Flávio. <https://flaviobabos.com.br/display-lcd-arduino/> acesso em 26/10/2021

BRASIL. **Lei federal 12.305/2011**, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2em010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 26/06/2021

BRASIL. **Lei federal 9.795/1999.**, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em 26/06/2021

BRASIL. **Lei nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 2010.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente: saúde/Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental**. 3. Ed. – Brasília: A Secretaria, 2001.

BRASIL. **Política Nacional de Educação ambiental. Lei nº 9795/99**

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Temas Transversais**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo** 3. ed. São Paulo; Editorial, Humanistas, 2008

CAPTERRA. <https://www.captterra.com.br/software/164681/onshape#about> acesso em 28/10/2021

COHN, DAVID. Review: Onshape Cloud-Based CAD Platform Offers Access Anywhere. Disponível em: <https://www.digitalengineering247.com/article/cloud-based-cad-platform-offers-access-anywhere/>. Acesso em: 28/10/2021

CRAVO, Edilson. <https://blog.kalatec.com.br/o-que-e-servo-motor/> acesso em 25/10/2021

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: Princípios e práticas**. 9 ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DONALD, FRANK. **7 segment Interfacing with 8051 Microcontroller**. Disponível em: <https://www.gadgetronicx.com/7-segment-interfacing-with-8051-microcontroller/>. Acesso em: 28/07/2021

FIALHO, Arivelto B. **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2011.

HOLZER L. P. W. **Uma discussão fenomenológica sobre os conceitos de paisagem e lugar, território e meio ambiente.** Revista Território, ano II, nº 3, jul dez, 1997

IBEC. <https://ibecensino.org.br/blog/plataforma-bim/> acesso em 28/10/2021

JACOBI, P. et al. (orgs.). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências.** São Paulo: SMA, 1998.

JACOBI, P. **Cidade e meio ambiente.** São Paulo: Annablume, 1999.

MACCARI, Giovanna Ramos. OLIVEIRA, Jaqueline Silva de. **Conceito dos 5Rs: Como introduzir a mudança de pensamento no ensino básico a partir da educação ambiental.** Disponível em: <https://www.lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-19/Papers/135.pdf>. Acesso em: 13/11/2021

MATTEDE, Henrique. <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-servo-motor-e-como-funciona/> acesso em 25/10/2021

MUNDO DA ELÉTRICA. **O que são sensores indutivos e capacitivos? Características e funcionamento!** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-sensores-indutivos-capacitivos-caracteristicas-funcionamento/>. Acesso em 25/07/2021

REIGOTA, M. **Desafios à educação ambiental escolar.** In: JACOBI, P. et al. (orgs.). *Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências.* São Paulo: SMA, 1998.

RICHTER, Leonice. **A IMPORTÂNCIA DA CONSCIENTIZAÇÃO E DA COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO DE PALMITOS - SC.** Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4537/1/MD_GAMUNI_2014_2_45.pdf. Acesso em 25/06/2021

SANTOS, Kleiton Oliveira. **O software PROTEUS e sua viabilidade no processo de ensino em circuitos elétricos.** Acesso em 28/10/2021

SEIDEL, Álysson Raniere. **Instrumentação Aplicada.** Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/18_instrumentacao_aplicada.pdf. Acesso em 11/7/2021

SENSE – Sensores e Instrumentos. **Manual de Instruções Sensores Indutivos.** https://www.sense.com.br/idiomas/pt_BR/arquivos/produtos/arq2/Indutivos.pdf. Acesso em 11/07/2021

SILEVIRA, Leonardo; LIMA, Weldson Q. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. Maio, 2003. Disponível em:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43839581/Redes_Industriais_e_Automacao-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1640652452&Signature=Y22w0CbrSuFi31YuEc7wtqRez~8Zo2pe~laTzIZ1zzlsCrlasAwidjPPiKZxqIfci521aTmeBoJ1IBrJQXNmr47DxAIFmSs504FhFJ1W Ns3DMEOcKdSeiEtrpggpVdMMd5MsVNt7EGLGoq8nNP6U-ZS11HLM6D74ugCw0GuZIX0s8HU8Gdl0S8UMhR3lxdRp6gbg1zME6uUx3A-tlsL6og0uHmHn3Vb4olgXRg8OKawPAKqC2q2sj5m5mE18NCB9SsNpdGnLQ4jgZZeTW93v4ukx9iFDZVT9v2TTThvHX0deeAAuPH-nVqm1AmD6ULv0iPJSQkmbcpm4VkTm0pVmQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 04/10/2021.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Sensor Capacitivo: **O que é e como funciona**. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sensor-capacitivo/>. Acesso em 25/07/2021

SOUZA JUNIOR, Henrique Rogerio Antunes de. **Definição de métodos de alocação para reciclagem em ciclo aberto**. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/159432>. Acesso em: 09/11/2021

THOMSEN, ADILSON. **O que é Arduino**. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 25/07/2021

TUAN, Yi-Fu. **“Environment” and “World” em Professional Geographer**. 1965. Acesso disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.0033-0124.1965.006_q.x Acesso em: 09/11/2021