

Magna da Belita Augusto Simões Almoço

**Desenvolvimento de um Sistema Electrónico de Educação sobre a Deposição
Correcta e Separação Automática de Resíduos Sólidos:** Caso das Lixeiras dos
Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da Universidade Pedagógica de Maputo

Licenciatura em Engenharia Electrónica com Habilitações em Telecomunicações

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Magna da Belita Augusto Simões Almoço

**Desenvolvimento de um Sistema Electrónico de Educação sobre a Deposição
Correcta e Separação Automática de Resíduos Sólidos: Caso das Lixeiras dos
Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da Universidade Pedagógica de Maputo**

Monografia Científica apresentada ao curso de Engenharia Electrónica, Faculdade de Engenharias e Tecnologias, da Universidade Pedagógica de Maputo, para a obtenção do grau académico de licenciatura em Engenharia Electrónica com Habilitações em Telecomunicações.

Supervisor: Prof. Doutor Urânio Stefane Mahanjane

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Índice

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	vi
Lista de tabelas	viii
Lista de figuras	ix
Lista de apêndices.....	x
Lista de anexos	xi
Declaração de honra	xii
Dedicatória.....	xiii
Agradecimentos	xiv
Resumo	xv
<i>Abstract</i>	xvi
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema de pesquisa.....	2
1.2. Justificativa	3
1.3. Objectivos	5
1.3.1. Objectivo geral	5
1.3.2. Objectivos específicos	5
1.4. Questões de pesquisa	5
1.5. Hipóteses de pesquisa	6
CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Alguns conceitos básicos	7
2.2. Alguns componentes básicos usados em sistemas electrónicos para separação automática de resíduos sólidos	8
2.2.1. Microcontrolador arduino.....	8
2.2.2. <i>Display</i> LCD (16X2)	9

2.2.3. Servo motor	10
2.2.4. Sensores de proximidade	11
2.2.5. Sensor ultrassônico HC-SR04	14
2.3. Trabalhos relacionados	16
CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE PESQUISA	17
3.1. Métodos de pesquisa	17
3.2. Técnicas de pesquisa.....	18
3.3. Instrumentos de pesquisa	20
3.4. População alvo e amostra.....	20
3.5. Delimitação da pesquisa	21
CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA	23
4.1. Resultados do levantamento dos factores relacionados à deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	23
4.1.1. Resultados do inquérito dirigido aos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	23
4.1.2. Resultados da entrevista dirigida aos funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.....	30
4.2. Resultados do dimensionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.....	31
4.3. Resultados da construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	36
4.4. Resultados da avaliação do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.....	37

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES	39
5.1. Conclusões	39
5.2. Limitações	40
5.3. Sugestões	40
Bibliografia.....	41
Apêndices	45
Anexos.....	58

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

A	: Ampere
ABNT	: Associação Brasileira de Normas Técnicas
A/D	: Analógico/Digital
CIUP	: Centro de Informática da Universidade Pedagógica
Cm	: centímetro
CPU	: <i>Central Processing Unit</i> (Em português: Unidade Central de Processamento)
°C	: Graus Celsius
DC	: <i>Direct Current</i> (Em português: Corrente Contínua)
FCNM	: Faculdade de Ciências Naturais e Matemática
G	: grama
H	: horas
I/O	: <i>Input/Output</i> (Em português: Entrada/Saída)
IDE	: <i>Integrated Development Environment</i> (Em português: Ambiente de Desenvolvimento Integrado)
IHM	: Interacção Homem-Máquina
KB	: Quilobyte
Kg	: Quilograma
LDC	: <i>Liquid Crystal Display</i> (Em português: Tela de Cristal Líquido)
LED	: <i>Light Emitting Diode</i> (Em português: Díodo Emissor de Luz)
M	: metro
mA	: miliampere
MHz	: Mega Hertz
mm	: milímetro
MZN	: <i>Mozambique New Metical</i> (Em português: Novo Metical de Moçambique)
NA	: Normalmente Aberto
NPN	: Negativo-Positivo-Negativo
Prof.	: Professor
PWL	: <i>Piece Wise Linear</i> (Em português: Linear por Partes)
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i> (Em português: Modulação por Largura de Pulso)
sec	: segundo
TTL	: <i>Transistor-Transistor Logic</i> (Em português: Lógica Transistor-Transistor)
UP	: Universidade Pedagógica

- V : *Volts* (Unidade da Tensão Eléctrica)
- VDC : *Voltage Direct Current* (Em português: Voltagem de Corrente Contínua)
- % : Percentagem

Lista de tabelas

Tabela 1: Especificações técnicas do Microcontrolador arduino mega 2560.....	9
Tabela 2: Especificações técnicas do display LCD (16x2)	10
Tabela 3: Especificações técnicas do Micro servo SG92R TowerPro	11
Tabela 4: Especificações técnicas do sensor indutivo NPN de proximidade - LJ12A3-4-Z/BX	12
Tabela 5: Especificações técnicas do sensor capacitivo NPN de proximidade - LJC18A3-H- Z/BX.....	14
Tabela 6: Especificações técnicas do sensor ultrassônico HC-SR04	15
Tabela 7: População alvo e amostra	21
Tabela 8: Resultados da pergunta 1 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	23
Tabela 9: Resultados da pergunta 2 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	24
Tabela 10: Resultados da pergunta 3 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	24
Tabela 11: Resultados da pergunta 4 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	25
Tabela 12: Resultados da pergunta 5 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	25
Tabela 13: Resultados da pergunta 6 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	26
Tabela 14: Resultados da pergunta 7 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	27
Tabela 15: Resultados da pergunta 8 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	28
Tabela 16: Resultados da pergunta 9 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	28
Tabela 17: Resultados da pergunta 10 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.....	29

Lista de figuras

Figura 1: Recipientes com cores diferenciadas para a colecta selectiva de resíduos sólidos....	8
Figura 2: Microcontrolador arduino mega 2560.	9
Figura 3: Display LCD (16x2).	10
Figura 4: Micro servo SG92R TowerPro.	10
Figura 5: Sensor indutivo NPN de proximidade - LJ12A3-4-Z/BX.	11
Figura 6: Representação do circuito interno do sensor indutivo.	12
Figura 7: Sensor capacitivo NPN de proximidade - LJC18A3-H-Z/BX.	13
Figura 8: Representação do circuito interno do sensor capacitivo.	13
Figura 9: Sensor ultrassônico HC-SR04.	14
Figura 10: Princípio de funcionamento do sensor ultrassônico.	15
Figura 11: Localização geográfica da Universidade Pedagógica de Maputo.	22
Figura 12: Diagrama eléctrico de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.	32
Figura 13: Diagrama de blocos de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.	33
Figura 14: Fluxograma do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.	36
Figura 15: Sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo na sua construção completa.	37
Figura 16: Lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.	46
Figura 17: Deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.	46
Figura 18: Interligação dos componentes electrónicos na placa de teste (protoboard).	57
Figura 19: Montagem da estrutura da lixeira e interligação dos componentes electrónicos através do processo de estanagem.	57

Lista de apêndices

Apêndice I: Imagens da deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.	46
Apêndice II: Guião de inquérito dirigido aos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	47
Apêndice III: Guião de entrevista dirigido aos funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	49
Apêndice IV: Ficha de consentimento dos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo para o inquérito.....	50
Apêndice V: Ficha de consentimento dos funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo para a entrevista.....	51
Apêndice VI: Componentes, parâmetros técnicos e custos para a construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	52
Apêndice VII: Código de programação de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	54
Apêndice VIII: Imagens da construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo	57

Lista de anexos

Anexo: Credencial submetido à Direcção de Património da UP Maputo.....	59
---	----

Declaração de honra

Declaro que esta Monografia Científica é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor Prof. Doutor Urânio Stefane Mahanjane, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, _____ de _____ de _____

(Magna da Belita Augusto Simões Almoço)

Dedicatória

Dedico esse trabalho à Deus, o maior orientador da minha vida e aos meus pais, Augusto Qualquer Almoço (em memória) e Belita Samuel Zandamela que conduziram o meu crescimento, apoiaram as minhas escolhas e incentivaram a minha formação académica.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à Deus por me ter dado vida, saúde, força e sabedoria para poder realizar este trabalho.

Em segundo lugar, agradeço à minha família: meu pai (em memória), minha mãe, meus irmãos, meus tios e meu avô pelo apoio e paciência.

Em terceiro lugar, agradeço ao meu supervisor Prof. Doutor Urânio Stefane Mahanjane por ter sido um farol durante a navegação desta pesquisa, me mantendo focada e na trilha certa para a conclusão deste trabalho. Grata pela sua orientação.

Agradeço à todos docentes que tive contacto durante o percurso académico pelos conhecimentos transmitidos e pelas ajudas que pude ter.

Agradeço aos meus colegas e amigos pelos momentos que juntos passamos, partilha de conhecimentos, ideias e críticas.

Não poderia deixar de agradecer aos estudantes, professores e funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo pelo tempo disponibilizado, pela vontade de querer ajudar na colaboração do desenvolvimento dessa monografia científica.

Resumo

A interacção com a tecnologia é necessária em um mundo cada vez mais dependente da tecnologia. O processo de separação e reciclagem dos resíduos sólidos vem sendo uma prática inovadora e ganhando notória importância em razão da necessidade de preservação e conservação do meio ambiente. Nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, a deposição dos resíduos sólidos é feita de forma incorrecta. Nesse sentido, a automação vem se tornar uma aliada visto que foi feito o uso de um sistema electrónico para educar a população em relação a forma correcta de depositar os resíduos sólidos e buscar meios técnicos para a separação dos mesmos de forma automática. O objectivo geral do presente trabalho é desenvolver um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos. Este sistema permite com que a população que frequenta os Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo seja educada sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos e também o sistema é capaz de identificar e separar de forma automática os resíduos sólidos, garantindo com que haja a separação dos mesmos na fonte geradora. Para alcançar este objectivo, a pesquisa foi elaborada com base no método de abordagem qualitativo e quantitativo. O sistema electrónico desenvolvido neste estudo é constituído basicamente por: um (1) carregador eléctrico, três (3) sensores capacitivos, um (1) sensor indutivo, um (1) microcontrolador arduino mega 2560, quatro (4) servos motores, um (1) *display* LCD (16x2), um (1) módulo DFPlayer Mini, um (1) altifalante e oito (8) resistências eléctricas. Estes componentes necessitam de uma alimentação de 5VDC para o seu funcionamento, exceptuando os sensores capacitivos que são alimentados com uma tensão eléctrica de 12VDC. O sistema electrónico desenvolvido neste estudo tem uma avaliação positiva quanto ao seu funcionamento, pois educa sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos e os separa de forma automática.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Colecta selectiva, Gestão de resíduos.

Abstract

Interaction with technology is required in an increasingly dependent world of technology. The process of separation and recycling of solid waste has been an innovative practice and gaining notice importance due to the need for preservation and conservation of the environment. In the trash dumpsters of the teaching and research Laboratories FCNM of the UP Maputo, the deposition of solid waste is made incorrectly. In this sense, automation has become an ally since it was made using an electronic system to educate the people in relation to the correct way to deposit solid waste and to seek technical means for separating of them automatically. The overall goal of this project is to develop an electronic education system on correct deposition and automatic separation of solid waste. This system allows the people that attend the FCNM teaching and research laboratories of the UP Maputo to be polite about the educated on the correct way to deposit solid waste and the system is also able to automatically identify and separate Solid waste, ensuring that there is separation of them in the generating source. To achieve this goal, the research was elaborated based on the method of qualitative and quantitative approach. The electronic system developed in this study is basically constituted by: one (1) electric charger, three (3) capacitive sensors, one (1) inductive sensor, one (1) microcontroller arduino mega 2560, four (4) Servo Motors, one (1) LCD Display (16x2), one (1) Mini DFPlayer module, one (1) speaker and eight (8) electrical resistors. These components require a 5V DC source for its operation, except for the capacitive sensors that are fed with a 12V DC electric voltage. The electronic system developed in this study has a positive evaluation as to its operation, since it educates about the correct way to deposit solid waste and separates them automatically.

Keywords: *Solid waste, Selective collection, Waste management.*

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos é um problema global ocasionado pelas mudanças nos padrões de consumo. O desenvolvimento industrial e os avanços tecnológicos provocaram alterações na quantidade e composição desses resíduos, exigindo melhorias e eficiência na sua gestão.

Em Moçambique, a Constituição da República e a Lei n.º 20/97 de 01 de Outubro – Lei do Ambiente concede à todos os cidadãos o direito de viver num ambiente equilibrado assim como o dever de o defender. Para materialização destas ferramentas nacionais passa necessariamente por uma gestão correcta do ambiente e dos seus componentes e pela criação de condições propícias a saúde e ao bem-estar dos cidadãos em prol do desenvolvimento socioeconómico e cultural das comunidades e pela preservação do ambiente, acelerando deste modo a sua qualidade devida (MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL, 2012).

Nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, a deposição dos resíduos sólidos é feita de forma incorrecta. Existem lixeiras com identificação para a deposição de plástico, papel e vidro, mas mesmo assim, a população que frequenta aquele local não tem observado isso, colocando os resíduos sólidos nas lixeiras de forma incorrecta. Outro aspecto importante a apresentar, embora não seja de forma conclusiva, é a falta de consciência ambiental da população que frequenta aquele local.

Daí surge a necessidade de educar a população em relação à deposição correcta dos resíduos sólidos e buscar meios técnicos para a separação dos mesmos, desta forma melhorar a gestão dos resíduos sólidos contribuindo para a diminuição da poluição ambiental em prol do bem-estar do cidadão, em particular ao nível da UP Maputo.

Assim sendo, o presente trabalho tem como objectivo desenvolver um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos. O caso de estudo são as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo. Este sistema permite com que a população que frequenta aquele local possa ser educada sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos e também é capaz de identificar e separar de forma automática os resíduos sólidos, garantindo com que haja a separação dos mesmos na fonte geradora.

A pesquisa é de carácter qualitativo e quantitativo quanto ao método de abordagem.

O presente trabalho é composto por cinco (5) capítulos que são a introdução, a revisão bibliográfica, metodologia de pesquisa, a apresentação, análise e interpretação dos resultados da pesquisa e as conclusões, limitações e sugestões da pesquisa.

O capítulo I tem a introdução, onde é apresentado o problema de pesquisa, a justificativa, os objectivos, as questões de pesquisa e as respectivas hipóteses. No capítulo II tem-se a revisão bibliográfica, onde estão abordados alguns conceitos relacionados com a pesquisa. O capítulo III engloba a metodologia de pesquisa onde se encontram o método de pesquisa, as técnicas de pesquisa, os instrumentos de pesquisa, a população alvo, a amostra e a delimitação da pesquisa. No capítulo IV é feita a apresentação, análise e interpretação dos resultados da pesquisa. No capítulo V tem as conclusões, limitações e sugestões da pesquisa. Por fim são apresentadas as bibliografias, os apêndices e o anexo que fazem parte dos elementos pós- textuais da organização da presente monografia científica.

1.1. Problema de pesquisa

Nos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo se pode observar a existência de lixeiras com identificação para a deposição de resíduos sólidos. Entretanto, o que se nota é a deposição incorrecta dos resíduos sólidos nas lixeiras daquele local por parte dos seus utentes.

Um dos maiores problemas do meio ambiente é a produção do lixo. Anualmente são produzidos milhões de toneladas de lixo, contendo vários materiais recicláveis como vidros, papéis, latas, dentre outros. Reaproveitando os resíduos antes de serem descartados de forma incorrecta, o acúmulo desses resíduos no meio ambiente diminui e ajuda a poluição ambiental a cessar, ajudando também na qualidade de vida das pessoas (FADINI, 2005 citado por FERREIRA, 2019).

A presente pesquisa surge da inquietação a respeito da deposição incorrecta dos resíduos sólidos. Mesmo quando há o oferecimento de algum serviço público mínimo de colecta de resíduos, muitos ainda optam pela deposição incorrecta, devido à falta de conhecimento, embora não de forma conclusiva, sobre a importância da gestão de resíduos, ausência da preocupação com o meio ambiente e a saúde pública, falta de local adequado para armazenar os resíduos até que a colecta aconteça e insatisfação com os serviços de colecta (YOADA et al., 2014 citado por MARTINS, 2017).

Apesar da UP Maputo oferecer o serviço de colecta selectiva como o caso das lixeiras com identificação para a deposição de plástico, papel e vidro que se pode encontrar nos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM (Apêndice I), que são de extrema importância para a colecta

selectiva, muitas das vezes não tem conseguido resolver o problema da deposição incorrecta dos resíduos sólidos, sendo necessário educar a população que frequenta aquele local sobre a deposição correcta e um sistema que possa auxiliar na separação dos resíduos sólidos de forma automática.

A partir dos factos acima descritos, foi retido o seguinte problema de pesquisa:

- ✓ A falta de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

Sendo assim, coloca-se a seguinte questão de partida:

- ✓ *Que parâmetros técnicos deve ter um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo?*

1.2. Justificativa

As lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo não contam com um sistema electrónico para educar a população que frequenta aquele local em relação a forma correcta de depositar os resíduos sólidos para a preservação do meio ambiente e que possa os separar de forma automática, garantindo desta forma a separação correcta dos resíduos sólidos na fonte geradora.

Segundo o MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL (2012), a falta de recursos financeiros, humanos e materiais ao nível dos países em desenvolvimento, em particular em Moçambique, constitui um dos grandes desafios para os sistemas de gestão local dos resíduos sólidos, tornando-se necessário encontrar formas eficientes e pouco dispendiosas para sua redução no meio ambiente.

A educação ambiental tem sido o principal instrumento de informação, transformando e conscientizando a população, gerando responsabilidade nas acções com o meio ambiente na relação de saneamento e saúde. A educação ambiental, forma novos cidadãos capazes de proteger o meio ambiente, promovendo uma nova visão em relação ao lixo, não como apenas um material de descarte, mas como uma matéria-prima potencial capaz de transformar tudo (FERREIRA, 2019).

Assim sendo, justifica-se a realização da presente pesquisa, visto que vai ao encontro do desenvolvimento tecnológico e científico, fazendo o uso de um sistema electrónico para educar

a população que frequenta os Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo em relação à deposição correcta dos resíduos sólidos, que levará à mudança de atitudes que irão fomentar a preservação do meio ambiente e a separação dos resíduos sólidos na fonte geradora, contribuindo na melhoria da gestão de resíduos sólidos e no desenvolvimento sustentável.

Os sistemas actuais usados para a separação automática de resíduos sólidos não possuem a componente de informação sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos de forma combinada (visual e auditiva). A presente pesquisa vem associar os conceitos de educação ambiental com a colecta selectiva de resíduos sólidos, desenvolvendo um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos, com sensores capazes de identificar materiais como metal, vidro, papel e plástico.

Espera-se que o sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos tenha a capacidade de influenciar no comportamento da população que frequenta aquele local e melhorar a gestão dos resíduos sólidos.

A presente pesquisa traz contribuições nos seguintes contextos:

- ✓ Em relação à gestão de resíduos sólidos: criar o hábito de separar os resíduos sólidos na fonte geradora e melhorar a qualidade dos mesmos para o seu aproveitamento.
- ✓ Em relação ao local onde será instalado, o sistema visa melhorar e facilitar a segregação dos resíduos sólidos, contribuindo para a redução qualitativa dos impactos ambientais decorrentes de disposições incorrectas dos mesmos, auxiliando o desenvolvimento sustentável.
- ✓ Em relação a instituição de ensino, a presente pesquisa contribui no desenvolvimento de projectos, podendo ser uma fonte de conhecimento para outros estudantes e pesquisadores com interesse na temática. Também concorre para a promoção da UP Maputo, demonstrando sua credibilidade no que diz respeito a formação de pessoas preparadas para solucionar diversos problemas que a sociedade enfrenta, conforme as três (3) missões que a própria Universidade estabelece, nomeadamente: pesquisa, ensino e extensão.
- ✓ Para a autora, a presente pesquisa permite consolidar os diversos conhecimentos adquiridos ao longo da sua formação académica e desenvolver suas habilidades de forma a aplicar na resolução dos problemas que a sociedade enfrenta.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

O objectivo geral do presente trabalho é desenvolver um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos.

1.3.2. Objectivos específicos

O presente trabalho tem como objectivos específicos:

- ✓ Fazer o levantamento dos factores relacionados a deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo;
- ✓ Dimensionar um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo;
- ✓ Construir um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo;
- ✓ Avaliar o funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

1.4. Questões de pesquisa

As questões de pesquisas definidas para o presente trabalho são as seguintes:

- ✓ Quais são os factores relacionados a deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo?
- ✓ Que parâmetros técnicos deve ter um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo?
- ✓ Quais materiais são necessários para a construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo?
- ✓ Qual é a avaliação do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo?

1.5. Hipóteses de pesquisa

De acordo com as questões de pesquisa, formulou-se as seguintes hipóteses:

- ✓ Os factores relacionados a deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são: falta de conhecimento sobre a importância da gestão de resíduos sólidos, ausência da preocupação com o meio ambiente (negligência) e a falta de local adequado para armazenar os resíduos sólidos.
- ✓ Os parâmetros técnicos básicos que deve ter um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são:
 - Distância de detecção: sensor ultrassônico 2cm à 4m, sensor indutivo 4mm e sensor capacitivo 10mm;
 - Torque e velocidade do servo motor: Torque 2.5Kg/cm e velocidade 0.1sec/60°;
 - Tensão de operação dos componentes: Arduino mega 2560 7-12VDC, *Display* LCD (16x2) 5VDC, Servo motor 4.8VDC, Sensor ultrassônico 5VDC, Sensor capacitivo 6-36VDC e Sensor indutivo 6-36VDC.
- ✓ Os materiais básicos necessários para a construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são: Arduino mega 2560, *Display* LCD (16x2), Servo Motor, Sensor ultrassônico, Sensor capacitivo e Sensor indutivo.
- ✓ A avaliação do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo é positiva.

CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feita a abordagem de alguns conceitos básicos, alguns componentes básicos usados em sistemas electrónicos para separação automática de resíduos sólidos e alguns trabalhos relacionados para melhor compreensão do tema em estudo.

2.1. Alguns conceitos básicos

Os conceitos básicos relacionados à gestão dos resíduos sólidos são os seguintes:

a) Resíduos sólidos

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de actividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

De acordo com a ABNT NBR 10004:2004, os resíduos são classificados em:

- ✓ **Resíduos classe I (Perigosos):** são resíduos que apresentam periculosidade ou pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, reactividade, toxidade ou patogenicidade.
- ✓ **Resíduos classe II (Não perigosos):** são os resíduos não perigosos e que não se enquadram na classificação de resíduos classe I e são divididos em:
 - **Resíduos classe II A (Não inertes):** são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B e podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - **Resíduos classe II B (Inerte):** são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contacto dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, executando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

b) Colecta selectiva

Um dos caminhos para a segregação dos materiais recicláveis é a colecta selectiva, que consiste na separação de papéis, plásticos, metais e vidros na fonte geradora, sendo esses materiais posteriormente classificados por categoria e encaminhados às indústrias recicladoras (AMAZONAS, 1992 citado por SCHALCH et al., 2002).

A figura 1 ilustra recipientes com cores diferenciadas para a colecta selectiva de resíduos sólidos.

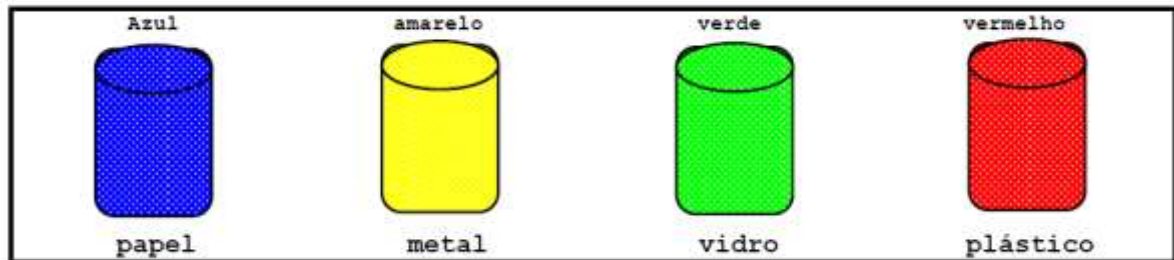


Figura 1: Recipientes com cores diferenciadas para a colecta selectiva de resíduos sólidos.

Fonte: SCHALCH et al. (2002)

c) Gestão de resíduos

A gestão de resíduos no Decreto lei n.º 13 /2006 de 15 de Junho, são todos os procedimentos viáveis com vista a assegurar uma gestão ambientalmente segura, sustentável e racional dos resíduos, tendo em conta a necessidade da sua redução, reciclagem e reutilização, incluindo a separação, recolha, manuseamento, transporte, armazenagem e/ou eliminação de resíduos bem como a posterior protecção dos locais de eliminação, por forma a proteger a saúde humana e o ambiente contra os efeitos nocivos que possam advir dos mesmos (República de Moçambique, 2006).

2.2. Alguns componentes básicos usados em sistemas electrónicos para separação automática de resíduos sólidos

Neste subcapítulo são apresentados alguns componentes básicos usados em sistemas electrónicos para separação automática de resíduos sólidos.

2.2.1. Microcontrolador arduino

De acordo com DENARDIN (2007), um microcontrolador é um sistema computacional completo, no qual estão incluídos uma CPU (*Central Processor Unit*), memória de dados e programa, um sistema de *clock*, portas de I/O (*Input/Output*), além de outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D (Analógico/Digital) entre outros, integrados em um mesmo componente.

A figura 2 ilustra um Microcontrolador arduino mega 2560.



Figura 2: Microcontrolador arduino mega 2560.

Fonte: SOUSA (2014)

A tabela 1 exhibe algumas especificações técnicas do Microcontrolador arduino mega 2560.

Tabela 1: Especificações técnicas do Microcontrolador arduino mega 2560

Nome	Descrição
Microcontrolador	ATmega2560
Velocidade do <i>Clock</i>	16 MHz
Pinos I/O Digitais	70 (15 podem ser usadas como PWM)
Portas analógicas	16
Tensão de operação	5VDC
Tensão de alimentação	7 - 12VDC
Memória Flash	256 KB (8 KB usado no <i>bootloader</i>)
Memória SRAM	8 KB
Memória EEPROM	4 KB

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino/#tab-blogrelacionados>. Arquivo acessado em 29 de Julho de 2022

2.2.2. *Display* LCD (16X2)

O *display* LCD (16x2) é um modelo de *display* vastamente utilizado em projectos onde se necessita uma Interface Homem-Máquina (IHM). Ele é composto por 16 colunas e 2 linhas com a escrita na cor branca e sua *backlight* (luz de fundo) azul para exibição de caracteres, letras e números de forma clara e nítida, melhorando a visibilidade para quem recebe a informação.

A figura 3 a seguir ilustra um *display* LCD (16x2).



Figura 3: *Display* LCD (16x2).

Fonte: <https://www.curtocircuito.com.br/display-lcd-16x2-backlight-azul.html>. Arquivo acessado em 26 de Abril de 2022

A tabela 2 exibe algumas especificações técnicas do *display* LCD (16x2).

Tabela 2: Especificações técnicas do *display* LCD (16x2)

Nome	Descrição
<i>Display</i> LCD	16x2
Tensão de operação	4.5-5.5VDC
Corrente de operação	1.0-1.5mA
Cor <i>backlight</i>	Azul
Cor escrita	Branca

Fonte: <https://www.curtocircuito.com.br/display-lcd-16x2-backlight-azul.html>. Arquivo acessado em 26 de Abril de 2022

2.2.3. Servo motor

Servo motores são motores de posição frequentemente usados em aeromodelos, carrinhos e outros veículos radio-controlados em escala reduzida e também são muito utilizados em automação e robótica. Por este motivo, são fáceis de serem encontrados no mercado especializado de radio-controles.

A figura 4 abaixo ilustra um servo motor.



Figura 4: Micro servo SG92R TowerPro.

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/micro-servo-sg92r-9g-towerpro/>. Arquivo acessado em 29 de Julho de 2022

A tabela 3 exhibe algumas especificações técnicas do Micro servo SG92R TowerPro.

Tabela 3: Especificações técnicas do Micro servo SG92R TowerPro

Nome	Descrição
Micro Servo	SG92R TowerPro
Tensão de operação	4.8 VDC
Torque	2.5 Kg/cm
Velocidade	0.1 sec/60° (4.8VDC)
Temperatura de operação	0 à 55°C

Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/micro-servo-sg92r-9g-towerpro/>. Arquivo acessado em 29 de Julho de 2022

2.2.4. Sensores de proximidade

Os sensores de proximidade são dispositivos electrónicos capazes de detectar a presença de objectos sem contacto directo. O modo de funcionamento de um sensor desse tipo depende do seu propósito e do material que deve ser detectado, e se separa em quatro tipos principais: infravermelho, acústico, capacitivo e indutivo (TECHTUDO, 2013).

Alguns sensores de proximidade usados em sistemas electrónicos para separação automática de resíduos sólidos são os seguintes:

a) Sensor de proximidade indutivo

Os sensores indutivos são dispositivos electrónicos capazes de detectar a aproximação de peças metálicas. A detecção ocorre sem que haja contacto físico, aumentando a vida útil do sensor por não possuir peças móveis sujeitas a desgastes mecânicos (FUENTES, 2005).

A figura 5 abaixo ilustra um sensor de proximidade indutivo.



Figura 5: Sensor indutivo NPN de proximidade - LJ12A3-4-Z/BX.

Fonte: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-indutivo-npn-de-proximidade-lj12a3-4-z-bx>. Arquivo acessado em 03 de Agosto de 2022

A figura 6 mostra a representação do circuito interno do sensor indutivo.

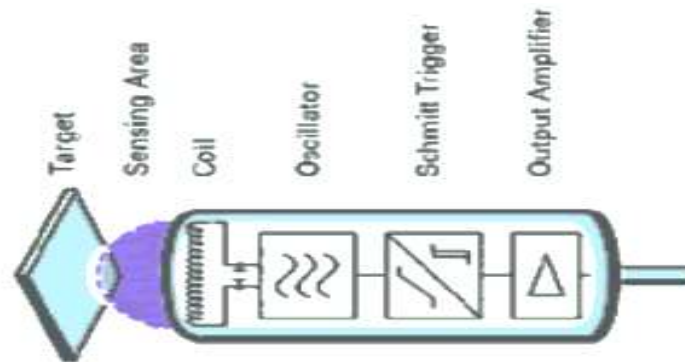


Figura 6: Representação do circuito interno do sensor indutivo.

Fonte: FUENTES (2005)

O princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo electromagnético de alta frequência, que é desenvolvido por uma bobina ressonante instalada na face sensora. A bobina faz parte de um circuito oscilador que em condição normal (desacionado) gera um sinal senoidal. Quando um metal aproxima-se do campo, este por correntes de superfície (*Foucault*), absorve a energia do campo, diminuindo a amplitude do sinal gerado no oscilador. A variação de amplitude deste sinal é convertida em uma variação contínua que comparada com um valor padrão, acciona o estágio de saída (FUENTES, 2005).

A tabela 4 exhibe algumas especificações técnicas do sensor indutivo NPN de proximidade - LJ12A3-4-Z/BX.

Tabela 4: Especificações técnicas do sensor indutivo NPN de proximidade - LJ12A3-4-Z/BX

Nome	Descrição
Sensor de proximidade indutivo	LJ12A3-4-Z/BX
Tensão de operação	6–36VDC
Corrente de saída	300mA
Polaridade	NPN
Distância de detecção	4mm / 2mm para alumínio
Estado de saída	NA (Normalmente Aberto)
Detecção de objecto	Materiais metálicos

Fonte: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-indutivo-npn-de-proximidade-lj12a3-4-z-bx>. Arquivo acessado em 03 de Agosto de 2022

b) Sensor de proximidade capacitivo

Os sensores capacitivos são equipamentos electrónicos capazes de detectar a presença ou aproximação de materiais orgânicos, plásticos, pós, líquidos, madeiras, papéis, metais, etc. (FUENTES, 2005).

A figura 7 abaixo ilustra um Sensor de proximidade capacitivo.



Figura 7: Sensor capacitivo NPN de proximidade - LJC18A3-H-Z/BX.

Fonte: ELETRODEX (2021)

A figura 8 mostra o diagrama do sensor capacitivo.

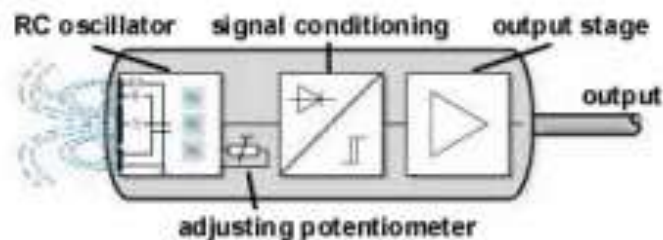


Figura 8: Representação do circuito interno do sensor capacitivo.

Fonte: FUENTES (2005)

O princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eléctrico, desenvolvido por um oscilador controlado por capacitor. O capacitor é formado por duas placas metálicas, carregadas com cargas eléctricas opostas, montadas na face sensora, de forma a projectar o campo eléctrico para fora do sensor, formando desta forma um capacitor que possui como dieléctrico o ar. Quando um material aproxima-se da face sensora, ou seja do campo eléctrico o dieléctrico do meio se altera, alterando também o dieléctrico do capacitor frontal do sensor. Como o oscilador do sensor é controlado pelo capacitor frontal, quando aproximamos um material a capacitância também se altera, provocando uma mudança no circuito oscilador. Esta variação é convertida em um sinal contínuo que comparado com um valor padrão passa a accionar o estágio de saída (FUENTES, 2005).

A tabela 5 exibe algumas especificações técnicas do sensor capacitivo NPN de proximidade - LJC18A3-H-Z/BX.

Tabela 5: Especificações técnicas do sensor capacitivo NPN de proximidade - LJC18A3-H-Z/BX

Nome	Descrição
Sensor de proximidade capacitivo	LJC18A3-H-Z/BX
Tensão de operação	6–36VDC
Corrente de saída	300mA
Conexão	3 fios
Polaridade	NPN
Distância de detecção	10mm
Estado de saída	NA (Normalmente Aberto)
Detecção de objecto	Detecta qualquer material

Fonte: ELETRODEX (2021)

2.2.5. Sensor ultrassônico HC-SR04

Segundo THOMSEN (2011), o sensor ultrassônico HC-SR04 é um componente muito comum em projectos com arduino, e permite que você faça leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm. Pode ser utilizado simplesmente para medir a distância entre o sensor e um objecto, como para accionar portas do microcontrolador, desviar um robô de obstáculos, accionar alarmes, etc.

A figura 9 abaixo ilustra um Sensor ultrassônico HC-SR04.



Figura 9: Sensor ultrassônico HC-SR04.

Fonte: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-ultrassonico-hc-sr04-sensor-de-distancia>. Arquivo acessado em 03 de Agosto de

A tabela 6 exhibe algumas especificações técnicas do sensor ultrassônico HC-SR04.

Tabela 6: Especificações técnicas do sensor ultrassônico HC-SR04

Nome	Descrição
Sensor ultrassônico	HC-SR04
Tensão de alimentação	5VDC
Corrente de operação	2mA
Angulo de efeito	15 graus
Alcance	2cm a 4m
Precisão	3mm
Sinal de saída	5V de alto nível, 0 nível baixo
Sinal de entrada <i>trigger</i>	10 μ s impulso TTL;
Sinal Echo	Saída TTL PWL sinal

Fonte: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-ultrassonico-hc-sr04-sensor-de-distancia>. Arquivo acessado em 03 de Agosto de 2022

A figura 10 abaixo mostra o princípio de funcionamento do sensor ultrassônico.

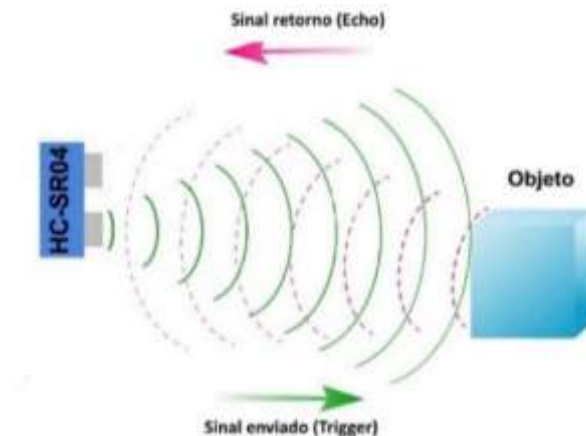


Figura 10: Princípio de funcionamento do sensor ultrassônico.

Fonte: THOMSEN (2011)

O funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04 se baseia no envio de sinais ultrassônicos pelo sensor, que aguarda o retorno (*echo*) do sinal, e com base no tempo entre envio e retorno, calcula a distância entre o sensor e o objecto detectado (THOMSEN, 2011).

2.3. Trabalhos relacionados

Várias iniciativas têm sido realizadas com o objectivo de melhorar a colecta selectiva e a gestão de resíduos sólidos. Neste subcapítulo são apresentados alguns sistemas usados para o melhoramento da colecta selectiva e gestão de resíduos sólidos, onde encontram-se os seguintes:

a) Bin-e

A start-up polonesa Bin-e lançou uma lixeira que usa inteligência artificial para identificar qual o destino correcto para o lixo reciclável depositado em seu contentor de entrada. A lixeira Bin-e tem pequenos sensores, câmeras e algoritmos de reconhecimento de imagem que analisam qual o tipo de lixo colocado em seu interior e o direccionam para o espaço correcto. Ela é dividida em quatro partes, para os materiais recicláveis tradicionais: papel, plástico, vidro e metal. Além disso, a lixeira inteligente também compacta o lixo e avisa quando um dos recipientes está cheio, de modo a facilitar a manutenção (ECYCLE, 2017).

b) Projecto LISA

O projecto propõe o desenvolvimento de uma lixeira com um sistema para identificação de resíduos sólidos urbanos através de sensores e selecção automática, com o objectivo de facilitar os processos de reciclagem. Também é proposto no trabalho técnicas que buscam motivar as pessoas a descartarem seus detritos em locais adequados, destacando a importância da colecta selectiva. A logística da colecta de lixo, que também é um ponto fundamental na gestão de resíduos sólidos, pode ser otimizada através das informações geradas pela lixeira (NUNES, 2018).

c) SMART RECYCLE BIN

Neste projecto foi desenvolvida uma lixeira capaz de identificar e separar materiais recicláveis automaticamente. Foi construído um protótipo adequado para o uso em casas da população em geral, no qual microcontroladores e sensores capacitivos e indutivos são responsáveis por realizar toda a identificação do material e sua correcta separação para compartimentos específicos por meio de servo motores (BRANDT; RENKEN & LEITE, 2021).

CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta os métodos de pesquisa, as técnicas de pesquisa, os instrumentos de pesquisa, a população alvo, a amostra e a delimitação da pesquisa usados na elaboração do presente trabalho.

3.1. Métodos de pesquisa

A presente pesquisa, quanto aos métodos de pesquisa, tem a seguinte classificação:

a) Quanto ao método de abordagem

Do ponto de vista de abordagem, a pesquisa é de carácter qualitativo e quantitativo. Esse método é usado quando tanto os dados quantitativos e qualitativos são colectados e analisados para estudar um determinado caso e/ou fenómeno, recorrendo a representatividade numérica, bem como a compreensão de um grupo social (LAKATOS & MARCONI, 2003).

- ✓ **Método qualitativo:** A pesquisa qualitativa proporciona melhor visão e compreensão do cenário do problema. Ela investiga o problema com algumas noções preconcebidas sobre o resultado dessa investigação. Além de definir o problema e desenvolver uma abordagem, a pesquisa qualitativa também é adequada ao se deparar com uma situação de incerteza, como quando os resultados conclusivos diferem das expectativas. Ela pode fornecer uma percepção clara antes ou após o facto (MALHOTRA, 2011).

Este método de pesquisa permitiu a recolha de dados referentes aos factores relacionados a deposição incorrecata de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo e a avaliação do funcionamento do sistema em estudo.

- ✓ **Método quantitativo:** A pesquisa quantitativa procura quantificar os dados. Busca uma evidência conclusiva baseada em amostras grandes e representativas e normalmente envolve alguma forma de análise estatística. Ao contrário da pesquisa qualitativa, as descobertas da pesquisa quantitativa podem ser consideradas conclusivas e utilizadas para recomendar um curso final de acções (MALHOTRA, 2011).

Este método possibilitou a obtenção e análise de dados referentes aos factores relacionados a deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo. Foi usado este método também no dimensionamento do sistema em estudo.

b) Quanto à natureza

No que diz respeito à natureza, a pesquisa é aplicada, pois segundo PRODANOV & FREITAS (2013), este tipo de pesquisa objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, tal como o caso da deposição incorrecta dos resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

c) Quanto aos objectivos

A presente pesquisa quanto aos objectivos é explicativa, pois segundo Gil (2002), a pesquisa explicativa tem como preocupação central identificar os factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenómenos.

Este método de pesquisa permitiu identificar os factores que determinam a ocorrência da deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

3.2. Técnicas de pesquisa

A presente pesquisa, quanto às técnicas de pesquisa, tem a seguinte classificação:

a) Pesquisa bibliográfica

Para LAKATOS & MARCONI (2003), a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contacto directo com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas. Fornecer ao investigador um instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma.

Esta técnica de pesquisa serviu como base de sustento do trabalho, a partir da obtenção de dados analisados e publicados por meios escritos e electrónicos, como livros, artigos científicos, páginas da *Internet*, tais como: definições e princípio de funcionamento de alguns componentes para o dimensionamento do sistema em estudo.

b) Pesquisa documental

A pesquisa documental, segundo GIL (2002), assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes: enquanto a pesquisa bibliográfica

se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objectos da pesquisa.

Através desta técnica de pesquisa, a autora fez a consulta de documentos que abordam acerca do tema em estudo, das normas para elaboração e publicação de trabalhos científicos na UP Maputo e outros documentos para sustentar a presente pesquisa.

c) Pesquisa experimental

A pesquisa experimental consiste em determinar um objecto de estudo, seleccionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto (GIL, 2002).

Esta técnica de pesquisa foi usada para o dimensionamento, baseado em análise lógica, a construção e a avaliação do funcionamento do sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

d) Inquérito

Para o presente trabalho foi usado um inquérito com questões fechadas de múltipla escolha, para os estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, com o intuito de colher dados básicos sobre os factores relacionados a deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras daquele local. Foi usada uma linguagem simples, clara e objectiva para a compreensão de todos e teve uma duração de dois (2) dias.

e) Entrevista semiestruturada

A entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a colecta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (LAKATOS & MARCONI, 2003).

Nesta pesquisa foi realizada uma entrevista semiestruturada com dois (2) funcionários de limpeza, com o propósito de colher dados básicos sobre o sistema actualmente usado para a deposição e separação automática de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo. Foi usada uma linguagem simples, clara e objectiva para a compreensão de todos e teve uma duração de um (1) dia.

3.3. Instrumentos de pesquisa

A presente pesquisa foi realizada com base nos seguintes instrumentos de pesquisa:

- ✓ **Google Chrome:** Foi usado para a pesquisa de documentos e informações em páginas *web*, artigos científicos, livros publicados na *Internet* para o sustento da pesquisa bibliográfica.
- ✓ **Ambiente de programação arduino:** Foi usado para criação e codificação do código fonte do sistema.
- ✓ **Fritzing:** Foi usado para a construção do circuito do sistema de forma virtual.
- ✓ **Guião de inquérito:** Serviu de instrumento para a colecta de dados que foram obtidos durante o inquérito com os estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo. Este instrumento encontra-se no Apêndice II.
- ✓ **Guião de entrevista:** Serviu de instrumento para a colecta de dados que foram obtidos durante a entrevista com os funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo. Este instrumento encontra-se no Apêndice III.
- ✓ **Ficha de consentimento dos inqueridos:** Permitiu ao inquerido expressar sua vontade em consentir com a realização e sua participação na pesquisa. Este instrumento de pesquisa encontra-se no Apêndice IV.
- ✓ **Ficha de consentimento dos entrevistados:** Permitiu ao entrevistado expressar sua vontade em consentir com a realização e sua participação na pesquisa. Este instrumento de pesquisa encontra-se no Apêndice V.

3.4. População alvo e amostra

A população alvo e a amostra da presente pesquisa são as seguintes:

a) População alvo

A população alvo para esta pesquisa são todos os utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, cujo universo não é conhecido por conta da sua natureza dinâmica.

b) Amostra

Segundo GIL (2002), de modo geral, os levantamentos abrangem um universo de elementos tão grande que se torna impossível considerá-los em sua totalidade. Por essa razão, o mais frequente é trabalhar com uma amostra, ou seja, com uma pequena parte dos elementos que compõem o universo. O tipo de amostra adoptada nesta pesquisa é uma amostra representativa, pois é um pequeno número de pessoas que reflecte, com a maior precisão possível, um grupo

maior. Sendo assim para esta pesquisa se considerou uma amostra de vinte (20) estudantes, três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo que foram submetidos ao inquérito e dois (2) funcionários de limpeza que foram submetidos a entrevista. Assim a amostra da pesquisa foi de vinte e cinco (25) pessoas, das quais vinte (20) são do sexo masculino e (5) são do sexo feminino.

Em geral, a presente pesquisa tem uma amostra não probabilística por conveniência, pois a autora não obteve os elementos da pesquisa por meio de um critério estatístico.

A tabela 7 mostra de forma resumida a população alvo, amostra, o tipo de amostra, a técnica da pesquisa usada e o género.

Tabela 7: População alvo e amostra

População	Amostra	Tipo de amostra	Técnica de pesquisa	Género
Estudantes	20	Representativa	Inquérito	Feminino: 5
				Masculino: 15
Professores	3	Representativa	Inquérito	Masculino: 3
Funcionários de limpeza	2	Representativa	Entrevista	Masculino: 2

Fonte: Autora (2022)

3.5. Delimitação da pesquisa

Para a realização da pesquisa, foram consideradas as seguintes delimitações:

a) Delimitação contextual

O presente trabalho é aplicável nas áreas de Gestão Ambiental, Electrónica, Automação e tem um enquadramento na área de Telecomunicações, visto que, desenvolve-se um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos.

b) Delimitação temporal

O trabalho tinha uma duração de 10 (dez) meses, tendo seu início no mês de Fevereiro de 2022 e término no mês de Novembro de 2022. Esta delimitação foi estendida até 14 (quatorze) meses por razões de imprevistos técnicos na construção e avaliação do protótipo.

c) Delimitação espacial

O presente trabalho tem como campo espacial de estudo os Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, localizado na cidade de Maputo, distrito municipal KaLhamankulu, no Campus da Lhanguene entre as avenidas do Trabalho e de Moçambique, em Moçambique, como ilustra a figura 11 abaixo.

A autora escolheu este local porque foi onde identificou o problema da deposição incorrecta dos resíduos sólidos, descrito no subcapítulo 1.1 e com evidências no Apêndice I.



Figura 11: Localização geográfica da Universidade Pedagógica de Maputo.

Fonte: <https://ciup.up.ac.mz/>. Arquivo acessado em 02 de Março de 2023

CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

No presente capítulo são apresentados, analisados e interpretados os resultados da pesquisa obtidos segundo os objectivos específicos definidos no capítulo I do presente trabalho.

4.1. Resultados do levantamento dos factores relacionados à deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Visando obter informações relevantes para alcançar os objectivos da pesquisa, foi levado em consideração um inquérito com dez (10) perguntas fechadas, direccionado aos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo que se encontra no Apêndice II e a evidência da realização do inquérito é apresentada no Apêndice IV. Também foi feita uma entrevista com cinco (5) perguntas abertas, direccionada aos funcionários de limpeza dos Laboratórios referidos acima, que se encontra no Apêndice III e a evidência da realização da entrevista é apresentada no Apêndice V, cujos resultados são apresentados nas tabelas abaixo, com as respectivas análises e interpretações.

4.1.1. Resultados do inquérito dirigido aos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

A tabela 8 que se segue mostra os resultados referentes à pergunta 1 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 8: Resultados da pergunta 1 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 1	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Qual deve ser o destino dos resíduos sólidos das lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?	Colecta selectiva e aterro sanitário	15	2	74%
	Enterrado	0	1	4%
	Queimado	4	0	18%
	Não respondida	1	0	4%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 8 acima mostra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 74%

correspondente à dezassete (17) destes acreditam que o destino dos resíduos sólidos daquele local deve ser a colecta selectiva e o aterro sanitário, 4% correspondente à um (1) acredita que os resíduos sólidos daquele local devem ser enterrados, 18% correspondente à quatro (4) destes acreditam que os resíduos sólidos daquele local devem ser queimados e 4% correspondente à um (1) destes não respondeu a pergunta.

A tabela 9 abaixo ilustra os resultados referentes à pergunta 2 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 9: Resultados da pergunta 2 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 2	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Sabe o que acontece com os resíduos sólidos das lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?	Sim	1	1	9%
	Não	19	2	91%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 9 acima ilustra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 9% correspondente à dois (2) destes sabe o que acontece com os resíduos sólidos das lixeiras daquele local e 91% correspondente à vinte e um (21) destes não sabe o que acontece com os resíduos sólidos das lixeiras daquele local.

A tabela 10 abaixo mostra os resultados referentes à pergunta 3 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 10: Resultados da pergunta 3 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 3	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Acha suficiente o número de lixeiras que existem nos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?	Insuficiente	3	2	22%
	Suficiente	8	0	35%
	Não sei	7	1	35%
	Não respondida	2	0	8%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 10 acima mostra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao

inquérito, 22% correspondente à cinco (5) destes acham que o número de lixeiras existentes naquele local sejam insuficientes, 35% correspondente à oito (8) destes acham que o número de lixeiras existentes naquele local sejam suficientes, 35% correspondente à oito (8) destes não sabem se as lixeiras existentes naquele local são suficientes e 8% correspondente à dois (2) destes não responderam a pergunta.

A tabela 11 que se segue mostra os resultados referentes à pergunta 4 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 11: Resultados da pergunta 4 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 4	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Sabe separar correctamente os resíduos sólidos para reciclagem?	Sim	14	2	70%
	Não	6	0	26%
	Não respondida	0	1	4%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 11 acima mostra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 70% correspondente à dezasseis (16) destes dizem saber separar correctamente os resíduos sólidos para reciclagem, 26% correspondente à seis (6) destes dizem não saber separar correctamente os resíduos sólidos para reciclagem e 4% correspondente a um (1) destes não respondeu a pergunta.

A tabela 12 abaixo ilustra os resultados referentes à pergunta 5 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 12: Resultados da pergunta 5 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 5	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Qual é a cor correcta da lixeira para cada tipo de material abaixo?	Plástico-Verde; Metal-Amarelo; Papel-Vermelho; Vidro-Azul; Orgânico-Marrom	2	0	9%
	Plástico-Azul; Metal-Amarelo; Papel-Vermelho; Vidro-Verde; Orgânico-Marrom	4	0	17%

	Plástico-Marrom; Metal-Verde; Papel- Azul; Vidro- Amarelo; Orgânico- Vermelho	1	0	4%
	Plástico- Vermelho; Metal- Amarelo; Papel- Azul; Vidro- Verde; Orgânico- Marrom	6	1	31%
	Nenhuma das anteriores	3	1	17%
	Não respondida	4	1	22%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 12 acima ilustra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 47% correspondente à onze (11) destes não sabem qual é a cor correcta da lixeira para cada tipo de material, 31% correspondente à sete (7) destes sabem qual é a cor correcta da lixeira para cada tipo de material e 22% correspondente à cinco (5) destes não responderam a pergunta. Comparando com a pergunta 4, pode-se notar que dos dezasseis (16) que responderam a questão positivamente, somente seis (6) sabem separar correctamente os resíduos sólidos.

A tabela 13 que se segue mostra os resultados referentes à pergunta 6 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 13: Resultados da pergunta 6 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 6	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Onde obteve informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos?	Na escola	3	3	26%
	Na televisão	8	0	35%
	Nos jornais e revista	2	0	9%
	Campanhas de divulgação	1	0	4%
	Internet	5	0	22%
	Não respondida	1	0	4%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 13 acima mostra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 26% correspondente à seis (6) destes diz ter obtido informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos na escola, 35% correspondente à oito (8) destes diz ter obtido informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos através da televisão, 9% correspondente à dois (2) destes diz ter obtido informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos através dos jornais e das revistas, 4% correspondente à um (1) destes diz ter obtido informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos em campanhas de divulgação, 22% correspondente à cinco (5) destes diz ter obtido informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos na base da internet e 4% correspondente à um (1) destes não respondeu a pergunta.

A tabela 14 abaixo ilustra os resultados referentes à pergunta 7 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 14: Resultados da pergunta 7 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 7	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
As informações que recebe sobre a colecta selectiva dos resíduos sólidos são suficientes?	Sim	0	3	13%
	Não	20	0	87%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 14 acima ilustra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 13% correspondente à três (3) destes dizem que as informações que recebem sobre a colecta selectiva dos resíduos sólidos são suficientes e 87% correspondente à vinte (20) destes dizem que as informações que recebem sobre a colecta selectiva dos resíduos sólidos não são suficientes.

A tabela 15 que se segue apresenta os resultados referentes à pergunta 8 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 15: Resultados da pergunta 8 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 8	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Qual é o grau de dificuldade para separar os resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?	Muito difícil	2	0	9%
	Difícil	0	0	0%
	Médio	12	1	56%
	Fácil	5	0	22%
	Muito fácil	1	2	13%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 15 acima ilustra que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 9% correspondente à dois (2) destes dizem ser muito difícil para separar os resíduos sólidos nas lixeiras daquele local, 56% correspondente à treze (13) destes consideram médio o grau de dificuldade para separar os resíduos sólidos nas lixeiras daquele local, 22% correspondente à cinco (5) destes dizem ser fácil separar os resíduos sólidos nas lixeiras daquele local e 13% correspondente à três (3) destes consideram muito fácil separar os resíduos sólidos nas lixeiras daquele local.

A tabela 16 abaixo apresenta os resultados referentes à pergunta 9 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 16: Resultados da pergunta 9 do inquérito dirigido aos estudantes e professores

Pergunta 9	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Em sua opinião, a deposição dos resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM é feita correctamente?	Sim	6	1	31%
	Não	13	2	65%
	Não respondida	1	0	4%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 16 acima visualiza que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 31% correspondente à sete (7) destes acreditam que a deposição dos resíduos sólidos nas lixeiras daquele local é feita correctamente e 65% correspondente à quinze (15) destes

acreditam que a deposição dos resíduos sólidos nas lixeiras daquele local não é feita correctamente e 4% correspondente à um (1) destes não respondeu a questão.

A tabela 17 abaixo apresenta os resultados referentes à pergunta 10 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Tabela 17: Resultados da pergunta 10 do inquérito dirigido aos estudantes e professores.

Pergunta 10	Respostas	Frequências		
		Estudantes	Professores	Percentagem
Caso a resposta da questão 9 for não, quais são os factores relacionados a deposição incorrecta dos resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da Universidade Pedagógica de Maputo?	Falta de conhecimento sobre a importância da gestão de resíduos sólidos	7	1	35%
	Ausência da preocupação com o meio ambiente (negligência)	6	1	31%
	Falta de local adequado para armazenar os resíduos sólidos	1	0	4%
	Falta de informação sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos	1	0	4%
	Não respondida	5	1	26%

Fonte: Autora (2022)

A tabela 17 acima apresenta que numa amostra de vinte (20) estudantes e três (3) professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo submetidos ao inquérito, 35% correspondente à oito (8) destes considera a falta de conhecimento sobre a importância da gestão de resíduos sólidos como factor relacionado a deposição incorrecta de resíduos sólidos naquele local, 31% correspondente à sete (7) destes considera a ausência da preocupação com o meio ambiente (negligência) como factor relacionado a deposição incorrecta de resíduos sólidos naquele local, 4% correspondente à um (1) destes considera a falta de local adequado para armazenar os resíduos sólidos como factor relacionado a deposição incorrecta de resíduos sólidos naquele local, 4% correspondente à um (1) destes considera a

falta de informação sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos como factor relacionado a deposição incorrecta de resíduos sólidos naquele local e 26% correspondente à seis (6) destes não responderam a pergunta.

Com os dados básicos colhidos com o inquérito, pode-se perceber que existe um baixo nível de conhecimento em relação ao local final onde devem ser depositados os resíduos sólidos. De acordo com a maioria dos inquiridos, existem lixeiras suficientes nos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, mas constatou-se que muitos dos utentes não sabem depositar correctamente os resíduos sólidos naquele local. Informações sobre a colecta selectiva tem sido divulgadas, mas a maioria dos inquiridos considera insuficientes as informações que recebem sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos. Assim, mostra-se relevante o desenvolvimento do presente trabalho.

4.1.2. Resultados da entrevista dirigida aos funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Relativamente à primeira pergunta da entrevista: *Já ouviu falar da colecta selectiva de resíduos sólidos? Se sim, fale um pouco sobre isso?* Os dois funcionários de limpeza disseram que nunca tinham ouvido falar da colecta selectiva, por conta do termo “colecta selectiva”, mas quando a autora explicou o significado do termo “colecta selectiva”, perceberam que sim, em algum momento já ouviram falar desse processo.

Quanto à segunda pergunta da entrevista: *Participa da colecta selectiva de resíduos sólidos das lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM? Se sim, de que forma?* Os dois funcionários de limpeza responderam positivamente. O primeiro disse que ele em particular participa na colecta selectiva dos resíduos sólidos, porque trabalha directamente com a recolha de resíduos sólidos e que a colecta tem sido fácil, porque já existem lixeiras com identificação naquele local. O segundo entrevistado disse que participa na colecta selectiva de resíduos sólidos separando os resíduos nos casos em que a sua deposição não é feita de forma correcta, mas isso o coloca exposto a contaminações.

No que diz respeito à terceira pergunta da entrevista: *A forma como é feita a colecta selectiva de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo é correcta?* Os dois funcionários de limpeza afirmaram que a forma como é feita a colecta selectiva não é correcta, pois algumas pessoas não tem obedecido a identificação das lixeiras presentes naquele local e isso dificulta o seu trabalho.

Em relação à quarta pergunta da entrevista: *Tem conhecimento do uso de sistemas electrónicos de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos? Se sim, quais são os sistemas que conhece?* Os dois funcionários de limpeza disseram não ter conhecimento do uso de sistemas electrónicos de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos.

Quanto à quinta pergunta da entrevista: *O uso de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo poderá criar o hábito de separar os resíduos sólidos na fonte geradora e melhorar a qualidade dos resíduos sólidos para o seu aproveitamento?* Os dois funcionários de limpeza acreditam que o uso de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo poderá criar o hábito de separar os resíduos sólidos na fonte geradora e melhorar a qualidade dos resíduos sólidos para o seu aproveitamento.

Com os dados básicos colhidos com a entrevista, pode-se concluir que há necessidade do desenvolvimento do presente trabalho, visto que ainda existe um baixo nível de conhecimento em relação a colecta selectiva de resíduos sólidos. Um facto a se notar é que nos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo existem lixeiras com identificação e isso facilita o trabalho dos funcionários de limpeza, mas em alguns casos os utentes não tem feito a deposição de resíduos sólidos de forma correcta. Neste sentido acredita-se que o desenvolvimento do presente trabalho poderá criar o hábito de separar os resíduos sólidos na fonte geradora e melhorar a qualidade dos mesmos para o seu aproveitamento.

4.2. Resultados do dimensionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Neste subcapítulo apresentam-se os resultados referentes ao dimensionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos. Este sistema é constituído basicamente por um (1) carregador eléctrico, três (3) sensores capacitivos, um (1) sensor indutivo, um (1) microcontrolador arduino mega 2560, quatro (4) servo motores, um (1) *display* LCD (16x2), um (1) módulo DFPlayer Mini, um (1) altifalante e oito (8) resistências eléctricas. É com base no projecto desenvolvido por (NUNES, 2018), que a autora teve um raciocínio para o desenvolvimento do presente trabalho. Relativamente ao

pojecto deste autor, a autora fez o incremento dos seguintes componentes electrónicos: resistências eléctricas, *display* LCD (16x2), módulo DFPlayer Mini e o altifalante.

A figura 12 abaixo mostra o diagrama eléctrico de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

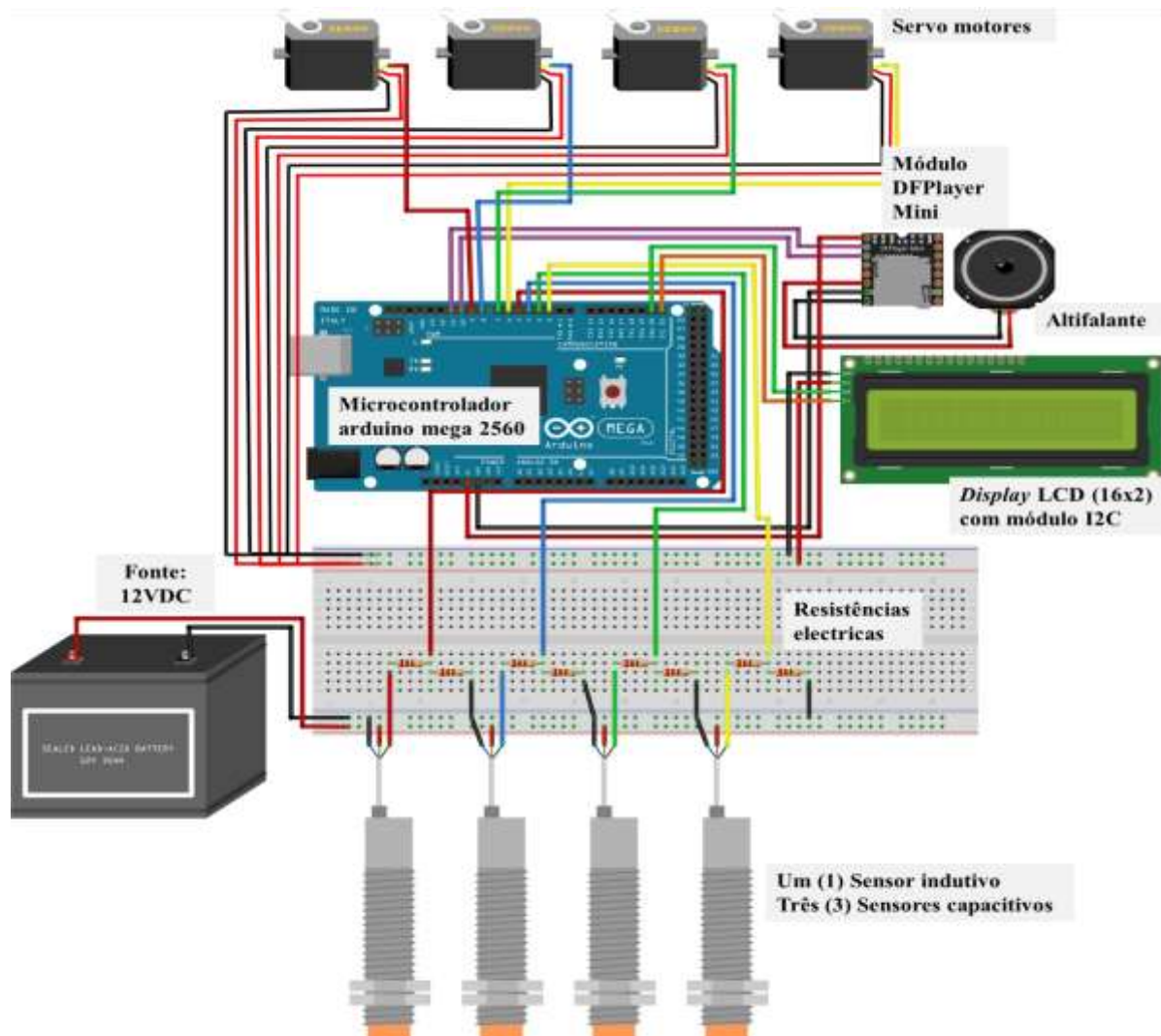


Figura 12: Diagrama eléctrico de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

Fonte: Autora (2023)

A figura 13 a seguir mostra o diagrama de blocos de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.



Figura 13: Diagrama de blocos de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

Fonte: Autora (2023)

Para melhor compreensão dos blocos que compõem o sistema, é apresentada a seguir a descrição de cada um dos blocos:

a) Bloco de alimentação

Este bloco tem um carregador eléctrico que fornece uma tensão eléctrica de 12VDC para a alimentação dos sensores capacitivos e uma tensão eléctrica de 5VDC fornecida pelo computador para a alimentação do microcontrolador e outros componentes do sistema.

b) Bloco de identificação

Este bloco de identificação é constituído pelos sensores capacitivos e indutivo, que são responsáveis por detectar o material a ser depositado nas lixeiras e accionar os servo motores. A tensão eléctrica produzida na saída destes sensores é igual à tensão eléctrica de alimentação, sendo necessário o uso do divisor de tensão para reduzir os 12VDC do pino de sinal para um valor próximo de 5VDC suportado pelo microcontrolador.

c) Bloco de controle

Bloco de controle é composto pelo microcontrolador arduino mega 2560 que é alimentado com uma tensão eléctrica de 5VDC. Ele é o cérebro de todo o sistema e é responsável por receber o sinal de entrada vindo dos sensores capacitivos e indutivo, activar os servo motores e enviar a informação para o *display* LCD (16x2) e o módulo DFPlayer Mini, para que os utentes possam ser informados sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos.

d) Bloco de actuação

Este bloco tem servo motores que são responsáveis por abrir e fechar as tampas das lixeiras sob comando do microcontrolador. Quando os sensores detectam o material em seu raio de cobertura, comunicam ao microcontrolador que por sua vez, envia um sinal eléctrico aos servo motores fazendo com que estes entrem em funcionamento, abrindo e fechando as tampas das lixeiras.

e) Bloco de sonorização

O bloco de sonorização é composto por um módulo DFPlayer Mini e um altifalante que são responsáveis pelo alerta sonoro do circuito, sempre que responderem as condições previamente programadas. Quando os sensores detectam o material em seu raio de cobertura, comunicam ao microcontrolador que por sua vez, envia um sinal eléctrico ao módulo DFPlayer Mini fazendo com que este entre em funcionamento, dando a informação sonora através do altifalante sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos.

f) Bloco de visualização

Este bloco é constituído por um *display* LCD (16x2) que é responsável por mostrar as informações de forma visual, que recebe do microcontrolador relativas à forma correcta de depositar os resíduos sólidos.

Para o desenvolvimento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, foram efectuados alguns cálculos matemáticos:

a) Cálculos do divisor de tensão eléctrica

1. Dados:

$$U_{in} = 12V$$

$$U_{out} = 5V$$

$$R_1 = 10K\Omega$$

2. Pedido:

$$R_2 = ?$$

3. Resolução:

3.1. Fórmula:

$$U_{out} = U_{in} * \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

3.2. Substituição na fórmula:

$$U_{out} = U_{in} * \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$R_2 = U_{out} * \left(\frac{R_1}{U_{in} - U_{out}} \right)$$

$$R_2 = 5V * \left(\frac{10K\Omega}{12V - 5V} \right)$$

$$R_2 = 7.14K\Omega$$

4. Resposta: O valor do resistor R2 é de 7.14KΩ.

Para o valor do resistor R2, a autora usou para a construção do protótipo resistores disponíveis no mercado dos componentes electrónicos de valor igual a $8.2K\Omega$. Esta resistência implica uma variação na tensão de saída do circuito divisor de tensão para um valor de 5.4V, correspondente a um erro absoluto de 0.4V que não afeta em grande medida o desempenho do sistema.

O funcionamento do sistema segue a seguinte sequência: Após o circuito ser energizado, o utente posiciona o material em frente dos sensores. Os sensores fazem a leitura do material e mandam o sinal da leitura para o microcontrolador. O microcontrolador recebe como dados de entrada os sinais recebidos pelas entradas digitais ligadas aos sensores e classifica o material detectado. O microcontrolador manda o sinal contendo as informações sobre o material detectado para o *display* LCD (16x2) e o módulo DFPlayer Mini, que irão mostrar essa informação de forma visual e sonora respectivamente. Nas portas digitais configuradas como saídas estão ligados os actuadores, os servo motores, que são accionados e abre a tampa da lixeira correspondente ao material detectado, o utente deposita o material e posteriormente a tampa da lixeira fecha e termina o processo. Para o tratamento dos dados recebidos pelas entradas e para o accionamento dos atuadores, é realizada a programação do arduino, que segue a lógica desenvolvida através do algoritmo de programação.

A figura 14 a seguir mostra o fluxograma do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo desenvolvido no presente trabalho. Para explicar resumidamente o funcionamento do sistema usando o fluxograma, alguns nomes dos componentes e parâmetros foram abreviados, nomeadamente:

a) Variáveis de entrada

As variáveis de entrada são:

- Sensor indutivo (IND);
- Sensor capacitivo 1 (CP1);
- Sensor capacitivo 2 (CP2);
- Sensor capacitivo 3 (CP3);

b) Variáveis de saída

As variáveis de saída são:

- Servo motor 1 (SM1);
- Servo motor 2 (SM2);
- Servo motor 3 (SM3);
- Servo motor 4 (SM4);
- *Display* LCD (DSP);
- DFPlayer Mini (DFP); e
- Altifalante (ALT).

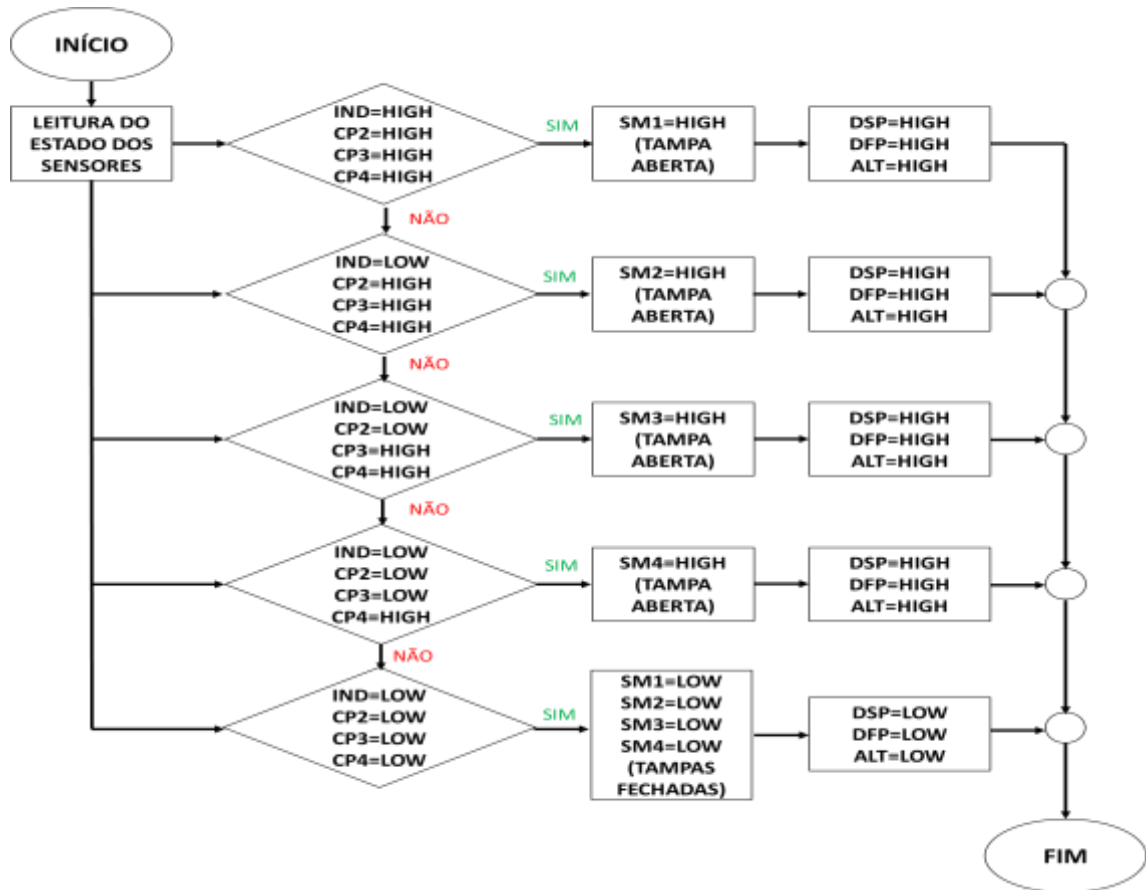


Figura 14: Fluxograma do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

Fonte: Autora (2023)

Os componentes, parâmetros técnicos e custos para a construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo podem ser encontrados no Apêndice VI.

4.3. Resultados da construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Para a construção do protótipo de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo foram levados em consideração os seguintes procedimentos:

1. Desenvolvimento do código de programação para instruir o microcontrolador por forma a interligar e enviar comandos aos componentes do sistema (vide Apêndice VII).
2. Interligação dos componentes electrónicos na placa de teste (*protoboard*) e testes para verificar o seu funcionamento (vide Apêndice VIII).
3. Montagem da estrutura da lixeira e interligação dos componentes electrónicos através do processo de estanhagem (vide Apêndice VIII).

A figura 15 abaixo mostra um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo na sua construção completa.



Figura 15: Sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo na sua construção completa.

Fonte: Autora (2023)

4.4. Resultados da avaliação do funcionamento de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Depois da construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, os resultados da avaliação sob ponto de vista do funcionamento são os seguintes:

- ✓ Os sensores capacitivos variam sua sensibilidade de acordo com a temperatura ambiente. Em alguns casos foi necessário fazer o ajuste da sensibilidade;
- ✓ Para que haja boa detecção dos materiais a aproximação dos sensores deve ser milimétrica;
- ✓ O sistema efectua o envio da informação sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos de forma visual e sonora, para o *display* LCD (16x2) e o módulo DFPlayer Mini respectivamente;
- ✓ O sistema faz a separação automática dos resíduos sólidos;

Algumas vantagens de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são:

- ✓ Educa os utentes sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos através do *display* LCD (16x2) e do módulo DFPlayer, de forma visual e sonora respectivamente;
- ✓ A abertura e o fecho das tampas das lixeiras são feitas de forma automática, evitando possíveis transmissões de bactérias e contaminação;
- ✓ Efectua a separação dos resíduos sólidos de maneira automática na lixeira;
- ✓ Facilita o processo de reciclagem, melhorando a qualidade dos resíduos sólidos para o seu aproveitamento; e
- ✓ Ajuda na redução da poluição, minimizando o impacto que resíduos sólidos podem causar ao meio ambiente.

Algumas desvantagens de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são:

- ✓ É um circuito complexo;
- ✓ Requer um conhecimento técnico para a sua montagem e manutenção;
- ✓ Os materiais não são de fácil acesso em Moçambique; e
- ✓ É totalmente dependente da energia eléctrica da rede pública para o seu funcionamento.

Alguns locais de aplicação de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são: escolas, residências, estabelecimentos comerciais, empresas e indústrias.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, limitações e sugestões.

5.1. Conclusões

Tendo em vista os resultados apresentados, analisados e interpretados no capítulo IV, conclui-se que:

- ✓ Os factores relacionados a deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo são: baixo conhecimento em relação a colecta selectiva de resíduos sólidos, insuficiência de lixeiras para o armazenamento de resíduos sólidos e as informações sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos são insuficientes.
- ✓ O dimensionamento do protótipo de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo baseou-se em:
 - Distância de detecção: sensor indutivo é de aproximadamente 4mm e os sensores capacitivos é de aproximadamente 3-15mm;
 - Torque e velocidade do servo motor: Torque 1.2Kg/cm e velocidade 0.12sec/60°;
 - Tensão de operação dos componentes: Arduino mega 2560 7-12VDC, *Display* LCD (16x2) 4.5-5.5VDC, Servo Motor 4.8-7VDC, Sensor capacitivo 6- 36VDC e Sensor indutivo 5VDC.
- ✓ Para a construção do protótipo de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo levou-se em consideração três (3) procedimentos, são eles: (1) Desenvolvimento do código de programação para instruir o microcontrolador por forma a interligar e enviar comandos aos componentes do sistema; (2) Interligação dos componentes electrónicos na placa de teste (*protoboard*) e testes para verificar o seu funcionamento; e (3) Montagem da estrutura da lixeira e interligação dos componentes electrónicos através do processo de estanhagem. Também foram necessários os seguintes materiais básicos: um (1) carregador eléctrico, três (3) sensores capacitivos, um (1) sensor indutivo, um (1) microcontrolador arduino mega 2560, quatro (4) servos motores, um (1) *display* LCD (16x2), um (1) módulo DFPlayer Mini, um (1) altifalante e oito (8) resistências eléctricas.

- ✓ A avaliação de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo sob ponto de vista do funcionamento é positiva, pois educa sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos e os separa de forma automática.

Quase todas as hipóteses foram confirmadas com excepção de alguns componentes que não foram usados, como o caso do sensor ultrassónico e a adição do módulo DFPlayer Mini e do altifalante. Também o caso de alguns parâmetros técnicos como o caso da tensão de operação do sensor indutivo que deveria ser de 6-36VDC, mas o sensor adquirido tem uma tensão de operação de 5VDC, os servo motores deveriam ter um torque de 2.5Kg/cm, mas os servo motores adquiridos tem um torque de 1.2Kg/cm. Os componentes digitais utilizados baseam-se em códigos lógicos de programação, não houve necessidade de se fazer cálculos matemáticos no dimensionamento dos componentes do circuito, exceptuando o cálculo das resistências que serviram de divisor de tensão para o sinal vindo dos sensores capacitivos.

5.2. Limitações

- ✓ Os sensores disponíveis permitem fazer somente a identificação de metal, vidro, papel e plástico. Não serão identificados outros materiais como material orgânico, madeira, entre outros materiais.

5.3. Sugestões

Por forma a melhorar um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo, para possíveis projectos futuros, a autora tem como sugestões para aperfeiçoamento de um protótipo, ou até mesmo a sua real instalação, o seguinte:

- ✓ A integração de mais sensores capacitivos para identificar outros tipos de materiais;
- ✓ A integração de uma fonte eléctrica alternativa que possua mecanismos de armazenamento como baterias ou fonte fotovoltaica para tornar o sistema independente e sustentável; e
- ✓ A integração de novos componentes no sistema, com a função de monitoramento do nível de enchimento das lixeiras, com vista a dinamizar as actividades dos funcionários da limpeza na recolha de resíduos sólidos.

Bibliografia

BRANDT, M. L. C.; RENKEN, A. L. F. & LEITE, M. *Desenvolvimento de um dispositivo separador de materiais recicláveis*. Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul, 2021.

ERLO, G. *Robótica educacional: reciclagem de resíduos*. Grau de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2019. 64p.

GIL, A.C. *Como elaborar projectos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo, Editora Atlas, 2002.

LAKATOS, E. & MARCONI, M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5.ed. São Paulo, Editora Atlas, 2003.

NUNES, A. M. S. *Projeto LISA: Lixeira Inteligente Seletiva Automática*. Grau de Bacharel em Engenharia de Computação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2018. 49p.

PRODANOV, C. C. & FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho Científico. Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Académico*. 2.ed. Universidade Feevale, Brasil, 2013.

Outros documentos consultados:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: *Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

BIÉ, H. S. A. *Avaliação da percepção ambiental dos professores da escola primária do 1º e 2º grau 2 de fevereiro na gestão dos resíduos sólidos*. Grau de Licenciatura em Educação Ambiental. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, 2018.

EIHARA, B. R.; SILVA, D. C. L. & SANTOS, E. F. *Esteira para separação automática de material reciclado*. In: Revista de Gestão e Tecnologia, 2014.

FERREIRA, J. A & ANJOS, L. A. *Aspectos de saúde coletiva e ocupacionais associados à gestão dos resíduos sólidos municipais*. Rio de Janeiro: Caderno de Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, 2001.

SCHALCH, V. et al. *Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. São Carlos, 2002.

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: foco na decisão*. 3.ed. São Paulo. Pearson Prentzice Hall, 2011.

MARTINS, J. S. *Entendendo as causas do descarte inadequado de resíduos sólidos comuns: Uma modelagem da percepção ambiental*. Grau de Bacharel em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.

MINISTÉRIO PARA A COORDENAÇÃO DA ACÇÃO AMBIENTAL. *Estratégia de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos em Moçambique*. Maputo, Setembro 2012.

OLIVEIRA, M. F. *Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração*. Universidade Federal de Goiás. Catalão, 2011.

República de Moçambique, Bolentim da Republica: Decreto lei que regula sobre a Gestão de Resíduos. In: Bolentim da Republica, 13 /2006, de 15 de Junho 2006.

THOMAZINI, D. & ALBUQUERQUE, P. U. B. *Sensores Industriais- Fundamentos e Aplicações*. 4.ed. Editora Érica, 2005.

UNIVERSIDADE PEDAGÓGICA. *Normas para Produção e Publicação de Trabalhos Científicos*. Maputo, 2009.

ZANELLA, L. C. H. *Metodologia de pesquisa*. 2.ed. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

Sites consultados da Internet:

ARDUINO. *O que é Arduíno?* 2018. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Arquivo acessado em 09 de Março de 2022 pelas 18:29h.

CASA DA ROBOTICA. *Sensor Indutivo NPN de Proximidade LJ12A3-4-Z/BX -Normalmente Aberto*. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-indutivo-npn-de-proximidade-lj12a3-4-z-bx>. Arquivo acessado em 03 de Agosto de 2022 pelas 13:37h.

CASA DA ROBOTICA. *Sensor Ultrassônico HC-SR04 | Sensor de Distância*. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-ultrassonico-hc-sr04-sensor-de-distancia>. Arquivo acessado em 03 de Agosto de 2022 pelas 14:05h.

CENTRO DE INFORMATICA DA UNIVERSIDADE PEDAGOGICA, 2015. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://ciup.up.ac.mz/>. Arquivo acessado em 02 de Março de 2023 pelas 12:53h.

CURTO CIRCUITO. *Display LCD 16X2 - BackLight Azul*. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.curtocircuito.com.br/display-lcd-16x2-backlight-azul.html>. Arquivo acessado em 26 de Abril de 2022 pelas 09:42h.

DENARDIN, G. W. *Microcontroladores*. 2007. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: https://www.academia.edu/24326288/Apostila_micro_do_Gustavo_Weber. Arquivo acessado em 09 de Março de 2022 pelas 18:05h.

ECYCLE. *Lixeira inteligente separa e compacta resíduos para reciclagem*. 2017. [Online]. Disponível na internet via WW. URL: <https://www.ecycle.com.br/lixeria-inteligente-reciclagem/>. Arquivo acessado em 12 de Agosto de 2022 pelas 13:39h.

ELETRODEX. *LJC18A3-H-Z/BX - Sensor Capacitivo NPN de Proximidade*. 2021. [Online]. Disponível na internet via WW. URL: <https://www.eletrorox.net/instrumentos/sensores/capacitivos/ljc18a3-h-zbx-sensor-capacitivo-npn-de-proximidade>. Arquivo acessado em 11 de Agosto de 2022 pelas 13:36h.

FERREIRA, Robson Soares. *Impactos Socioambientais Causados Pelo Descarte Incorreto de Resíduos Sólidos Urbano*. 2019. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/descarte-incorreto>. Arquivo acessado em 13 de Junho de 2022 pelas 08:21h.

FILIFEFLOP. *Micro Servo SG92R 9g TowerPro*. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.filife flop.com/produto/micro-servo-sg92r-9g-towerpro/>. Arquivo acessado em 29 de Julho de 2022 pelas 12:47h.

FILIFEFLOP. *Placa MEGA 2560 R3 + Cabo USB para Arduino*. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.filife flop.com/produto/placa-mega-2560-r3-cabo-usb-para-arduino/#tab-blogrelacionados>. Arquivo acessado em 29 de Julho de 2022 pelas 15:21h.

FUENTES, R. C. *Apostila de Automação Industrial*. 2005. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: http://w3.ufsm.br/fuentes/index_arquivos/CA03.pdf. Arquivo acessado em 10 de Março de 2022 pelas 09:39h.

SOUSA, Fábio. *Arduino MEGA 2560*. 2014. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>. Arquivo acessado em 09 de Março de 2022 pelas 18:49h.

TECHTUDO, Da Redacção. *Como funcionam os sensores de proximidade*. 2013. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>. Arquivo acessado em 09 de Março de 2022 pelas 12:21h.

THOMSEN, Adilson. *Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino*. 2011. [Online]. Disponível na internet via WWW. URL: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2013/12/como-funcionam-os-sensores-deproximidade.ghtml>. Arquivo acessado em 29 de Julho de 2022 pelas 13:40h.

Apêndices

Apêndice I: Imagens da deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.



Figura 16: Lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

Fonte: Autora (2022)



Figura 17: Deposição incorrecta de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo.

Fonte: Autora (2022)

Apêndice II: Guião de inquérito dirigido aos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Este inquérito tem como objectivo a obtenção de dados para a realização da monografia científica, cujo tema é *desenvolvimento de um sistema electrónico de educação sobre deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos*.

Toda informação obtida através deste inquérito destina-se para fins académicos.

1. Qual deve ser o destino dos resíduos sólidos das lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?

- A. Colecta selectiva e aterro sanitário
- B. Enterrado
- C. Queimado

2. Sabe o que acontece com os resíduos sólidos das lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?

- Sim Não

3. Acha suficiente o número de lixeiras que existem nos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?

- A. Insuficiente
- B. Suficiente
- C. Não sei

4. Sabe separar correctamente os resíduos sólidos para reciclagem?

- Sim Não

5. Qual é a cor correcta da lixeira para cada tipo de material abaixo?

- A. Plástico-Verde; Metal-Amarelo; Papel-Vermelho; Vidro-Azul; Orgânico-Marrom.
- B. Plástico-Azul; Metal-Amarelo; Papel-Vermelho; Vidro-Verde; Orgânico-Marrom.
- C. Plástico-Marrom; Metal-Verde; Papel-Azul; Vidro-Amarelo; Orgânico-Vermelho.
- D. Plástico- Vermelho; Metal- Amarelo; Papel- Azul; Vidro- Verde; Orgânico- Marrom.
- E. Nenhuma das anteriores.

6. Onde obteve informações sobre a colecta selectiva de resíduos sólidos?

- A. Na escola
- B. Na televisão
- C. Nos jornais e revistas
- D. Campanhas de divulgação

E. Internet

7. As informações que recebe sobre a colecta selectiva dos resíduos sólidos são suficientes?

Sim

Não

8. Qual é o grau de dificuldade para separar os resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?

A. Muito difícil

B. Difícil

C. Médio

D. Fácil

E. Muito fácil

9. Em sua opinião, a deposição dos resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM é feita correctamente?

Sim

Não

10. Caso a resposta da questão 9 for não, quais são os factores relacionados a deposição incorrecta dos resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM?

A. Falta de conhecimento sobre a importância da gestão de resíduos sólidos;

B. Ausência da preocupação com o meio ambiente (negligência);

C. Falta de local adequado para armazenar os resíduos sólidos;

D. Falta de informação sobre a forma correcta de depositar os resíduos sólidos.

Apêndice III: Guião de entrevista dirigido aos funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Esta entrevista tem como objectivo a obtenção de dados para a realização da monografia científica cujo o tema é *desenvolvimento de um sistema electrónico de educação sobre deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos*.

Toda informação obtida através da entrevista destina-se para fins académicos.

1. Já ouviu falar da colecta selectiva de resíduos sólidos? Se sim, fale um pouco sobre isso.
2. Participa da colecta selectiva de resíduos sólidos das lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM? Se sim, de que forma?
3. A forma como é feita a colecta selectiva de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM é correcta?
4. Tem conhecimento do uso de sistemas electrónicos de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos? Se sim, quais são os sistemas que conhece?
5. O uso de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos nas lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM poderá criar o hábito de separar os resíduos sólidos na fonte geradora e melhorar a qualidade dos resíduos sólidos para o seu aproveitamento?

Apêndice IV: Ficha de consentimento dos estudantes e professores utentes dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo para o inquérito

Nr.	Nome do(a) estudante	Data do inquérito	Assinatura
01	Gleyton Simão Mungu	27/09/2022	Gleyton Mungu
02	Shilton Fardique	27/09/2022	Shilton Fardique
03	João Macamo	27/09/2022	João Macamo
04	Edilton Chilangue	27/09/2022	Edilton Chilangue
05	Ly Lidi	27/09/2022	Ly Lidi
06	Henri Paulo Yehence	27/09/2022	Henri
07	Alberto Carlos Tumbani	27/09/2022	Alberto A.
08	Felipe Carlos Paimdane	27/09/2022	Felipe C Paimdane
09	Eugenio F Mgoenha	27/09/2022	Eugenio F Mgoenha
10	Artemio Máquina	27/09/2022	Artemio
11	Jessica Jossi Taimo	27/09/2022	Jessica
12	Sumela Zulamo Mamb	27/09/2022	Sumela
13	Galvã Pereira Zungu	27/09/2022	Zungu
14	Verónica Alexandre	27/09/2022	Verónica
15	Shania Isabel Insique	27/09/2022	Shania
16	Fátima Maria	27/09/2022	Maria
17	David Lopes António	27/09/2022	David
18	Aerson Vilanulo	27/09/2022	Aerson
19	Yela Manel Martinho Chisto	27/09/2022	Yela Manel
20	Naguessi Masulda	27/09/2022	Naguessi
Nr.	Nome do(a) Professor	Data do inquérito	Assinatura
01	Franca Langa	10.10.2022	Franca 22
02	Fernando Matias	10/10/2022	Fernando
03	SALVADOR CHIFFO	10/10/2022	SALVADOR

Nome da pesquisadora: Magna da Belita Augusto Simão Almoço

Local e data do inquérito: Universidade Pedagógica de Maputo; 27/09 e 10/10/2022

Assinatura da pesquisadora: Magna da Belita Augusto Simão Almoço

Apêndice V: Ficha de consentimento dos funcionários de limpeza dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo para a entrevista

Nr.	Nome do(a) funcionário (a)	Data da entrevista	Assinatura
01	Raisimundo	19/10/2022	Raisimundo
02	Albino	19/10/2022	Albino

Nome da pesquisadora: Magna da Belita Augusto Simão Almqo

Local e data do inquérito: Universidade Pedagógica de Maputo, 19/10/2022

Assinatura da pesquisadora: Magna da Belita Augusto Simão Almqo

Apêndice VI: Componentes, parâmetros técnicos e custos para a construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

Descrição dos componentes	Especificações técnicas	Quantidade	Preço (MZN)	
			Unidade	Total
Carregador eléctrico	<i>Input:</i> 100-240VAC, 50/60Hz, 0.5A <i>Output:</i> 12VDC, 1A	1	500,00	500,00
Microcontrolador arduino mega 2560	Tensão de entrada: 7-12VDC Tensão de operação: 5VDC Velocidade de <i>clock</i> : 16MHz	1	500,00	500,00
Sensor indutivo	Tensão de operação: 5VDC Corrente de saída: 200mA Polaridade: NPN, 3 fios	1	170,00	170,00
Sensor capacitivo	Tensão de operação: 6-36VDC Corrente de saída: 300mA Polaridade: NPN, 3 fios	3	350,00	1.050,00
Servo motor	Tensão de operação: 3-7VDC Torque: 1.2Kg.cm (4.8VDC) e 1.6Kg.cm (4.8VDC) Ângulo de rotação: 180 graus	4	300,00	1200,00
Módulo DFplayer Mini	Tensão de operação: 5VDC Formatos suportados: MP3, WAV, WMA	1	500,00	500,00
<i>Display</i> LCD (16x2)	Tensão de operação: 4.5- 5.5VDC $I_{min} = 1-1.5mA$ 16x2 (16 colunas e 2 linhas)	1	400,00	400,00
Módulo Serial I2C	Tensão de operação: 5V Compatível com <i>display</i> LCD (16x2)	1	200,00	200,00
	10k Ω	4	10,00	40,00

Resistências eléctricas	8.2k Ω	4	10,00	40,00
Placa de montagem de circuito	Comprimento: 12cm Largura: 5cm	1	200,00	200,00
Conector macho e fêmea	Vermelho, preto, azul, castanho, verde e branco	20	10,00	200,00
Estanho	3mm	3m	30,00	90,00
Lixeira	Tigelas plásticas	4	15,00	60,00
Papel	EVA	5	100	500
Cola	Cilicone	15	20	300
Total				5.950,00

Apêndice VII: Código de programação de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo

```
//INCLUSÃO DA BIBLIOTECA
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "SoftwareSerial.h"
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"

#define volumeMP3 20
#define Time 500
#define Timer 5000

SoftwareSerial softwareSerial(10, 11); //TX e RX
DFRobotDFPlayerMini player;

//ENDEREÇO DO I2C E DEMAIS INFORMAÇÕES
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//DECLARAÇÃO DA VARIÁVEL DO TIPO SERVO
Servo m1_metal;
Servo m2_vidro;
Servo m3_papel;
Servo m4_plastico;

//DEFINIÇÃO DOS PINOS DIGITAIS DOS SENSORES
int s1_metalPino = 2;
int s2_vidroPino = 3;
int s3_papelPino = 4;
int s4_plasticoPino = 5;

//DEFINIÇÃO DOS PINOS DIGITAIS DOS SERVO MOTORES
```

```
int m1_metalPino = 6;
int m2_vidroPino = 7;
int m3_papelPino = 8;
int m4_plasticoPino = 9;

//VARIÁVEL PARA LER O ESTADO DO SENSOR
int s1_metalEstado;
int s2_vidroEstado;
int s3_papelEstado;
int s4_plasticoEstado;

void setup() {
  //INICIALIZAÇÃO DA PORTA SERIAL
  Serial.begin(9600);

  // INICIALIZAÇÃO DA PORTA SERIAL DFPlayer Mini
  softwareSerial.begin(9600);
  player.begin(softwareSerial);

  Serial.println();
  Serial.println("Iniciando o DFPlayer...");

  if (!player.begin(softwareSerial)) {
    Serial.println("Falha:");
    Serial.println("1. Conexões!");
    Serial.println("2. Cheque o cartão SD!");
    while (true);
  }
  Serial.println();
  Serial.println("DFPlayer iniciado!");

  player.volume(volumeMP3);
  player.playFolder(1, 1);
```

```
//INICIALIZAÇÃO DO DISPLAY LCD
lcd.init();

//DEFINIÇÃO DO PINO COMO ENTRADA
pinMode(s1_metalPino, INPUT);
pinMode(s2_vidroPino, INPUT);
pinMode(s3_papelPino, INPUT);
pinMode(s4_plasticoPino, INPUT);

//DEFINIÇÃO DO PINO COMO SAÍDA
pinMode(m1_metalPino, OUTPUT);
pinMode(m2_vidroPino, OUTPUT);
pinMode(m3_papelPino, OUTPUT);
pinMode(m4_plasticoPino, OUTPUT);

//ASSOCIAÇÃO DO PINO DIGITAL A VARIÁVEL DO TIPO SERVO
m1_metal.attach(m1_metalPino);
m2_vidro.attach(m2_vidroPino);
m3_papel.attach(m3_papelPino);
m4_plastico.attach(m4_plasticoPino);
}

void loop() {
  //LIGA O BACKLIGHT (LUZ DE FUNDO)
  lcd.setBacklight(HIGH);

  //CHAMA OS SUB PROGRAMAS
  metal();
  vidro();
  papel();
  plastico();
}
```

Apêndice VIII: Imagens da construção de um sistema electrónico de educação sobre a deposição correcta e separação automática de resíduos sólidos para as lixeiras dos Laboratórios de Ensino e de Pesquisa FCNM da UP Maputo



Figura 18: Interligação dos componentes electrónicos na placa de teste (*protoboard*).

Fonte: Autora (2023)





Figura 19: Montagem da estrutura da lixeira e interligação dos componentes electrónicos através do processo de estanhagem.

Fonte: Autora (2023)

Anexos

Anexo: Credencial submetido à Direcção de Património da UP Maputo

Direcção

Campus da Lhanguene, Av de Trabalho, 2482, Maputo Tel: +258 82 241 4880

CREDENCIAL

À Direcção de Património

Credencia-se o(a) Magna da Belita Augusto Simão Almoso,
 Portador(a) do Bilhete de Identidade 100102514060A, emitido pelo Arquivo de
 Identificação Civil de Cidade de Matok, aos 02 de Agosto de 2022.
 Filho(a) Augusto Qualquer Almoso e de Belita Samuel Zindamels,
 estudante do 5º Ano do Curso de Engenharia electrónica, a fim de
 efectuar a recolha de dados para Monografia Científica, junto aos
 especialistas na área de 2 funcionários da limpeza.

Mais se informa que a duração da consulta será de 1 dias.

Maputo, aos 10 de Outubro de 2022

P/ **Chefe de Repartição de PTPs**
Jacinto De Sousa
 Eng. António D. P. Maquil

Contacto

