

**UNIVERSIDADE LICUNGO**

**FACULDADE DE CIENCIAS E TECNOLOGIA**

**CURSO DE FISICA**

**ABDUL SILVA NARUPUATXA**

**ESTUDO COMPARATIVO DE LÂMPADAS (LED,  
INCANDESCENTE E FLUORESCENTE): CASO DE  
UMA CASA DO TIPO-1, BAIRRO COALANE II,  
CIDADE DE QUELIMANE**

Quelimane  
2021

**ABDUL SILVA NARUPUATXA**

**ESTUDO COMPARATIVO DE LÂMPADAS (LED,  
INCANDESCENTE E FLUORESCENTE): CASO DE UMA CASA  
DO TIPO-1, BAIRRO COALANE II, CIDADE DE QUELIMANE**

Monografia Científica Submetida ao Departamento  
de Ciências e Tecnologias da Universidade Licungo,  
para Obtenção de Grau Académico de Licenciatura  
em Ensino de Física com Habilitações em Energias  
Renováveis.

**Supervisor: Dr. Anselmo Martinho**

**Quelimane  
2021**

## Índice

Declaração .....	VI
Dedicatória.....	VII
Agradecimentos.....	VIII
Lista de Figuras e gráficos.....	IX
Lista de Siglas e Abreviaturas .....	XI
Lista de Símbolos .....	XII
Resumo .....	XIV
Abstract.....	XV
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	4
1.2. Delimitação do Tema.....	5
1.3. Problematização.....	5
1.4. Justificativa da Escolha do Tema .....	7
1.5. Hipóteses .....	8
1.6. Objectivos.....	8
1.6.1. Objectivo Geral.....	8
1.6.2. Objectivos específicos .....	8
CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
2.1. Conceitos luminotécnico .....	9
2.1.1 Luz .....	9
2.1.2. Cor .....	9
2.1.3. Intensidade Luminosa .....	10
2.1.4. Iluminância .....	10
2.1.5. Luminância .....	11
2.1.6. Índice de reprodução de cor.....	11
2.1.7. Temperatura de cor .....	12
2.1.8.Fluxo Luminoso .....	12

2.1.9. Eficiência luminosa.....	12
2.2.1. Durabilidade.....	13
2.2.2. Ofuscamento .....	14
2.2.3. Distorção Harmónica Total.....	14
2.2.4. Potência Activa, Aparente e Reactiva.....	14
3. História das lâmpadas .....	15
4. Tipos de lâmpadas .....	16
4.1.Lâmpada Incandescente .....	16
4.2. Lâmpadas Fluorescentes .....	17
4.3. Lâmpadas LEDs.....	19
Figura 8:Tipos de lâmpadas LEDs.....	22
5. Análise da eficiência energética, ambiental e económica entre lâmpadas de LED, Incandescente e florescente .....	22
5.1. Aspectos Ambientais .....	22
5.2. Aspectos económicos.....	24
CAPÍTULO III: METODOLOGIAS.....	25
3.1. Tipos de Pesquisa .....	25
3.1.1. Quanto à Abordagem .....	25
3.1.2. Quanto à Natureza .....	25
3.1.3. Quanto aos Objectivos .....	25
3.1.4. Quanto aos procedimentos .....	26
3.1.5. Técnicas de Recolha de Dados .....	26
3.2. Amostragem ou População.....	26
3.3. Procedimentos Metodológicos .....	27
CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	29
4.1. Descrição da Região em Estudo .....	29
4.2. Caracterização do Trabalho do Campo e dos Sujeitos da Pesquisa .....	30

4.2.1.Respostas Obtidas a partir do Questionário Direcçãoado aos vendedores .....	30
4.3. Dimensionamento do recinto .....	32
4.4. Dados obtidos no consumo de energia eléctrica das lâmpadas (LED, Fluorescente e Incandescentes).....	33
4. 4.1. Cálculo do consumo de energia eléctrica no período do experimento das lâmpadas (LED, Fluorescente e Incandescentes).....	34
4.4.2.Cálculo do consumo de energia eléctrica e valor tarifário a pagar por semana, mês e ano das lâmpadas (Incandescente, Fluorescente e LED) .....	35
4.4.3. Cálculos previstos de durabilidade das lâmpadas (Incandescente, fluorescente e LED) .....	37
4. 5. Cálculos luminotécnicos das lâmpadas (LED, Incandescente e Fluorescente) .....	38
4.5.1. Cálculo de Iluminamento ou Iluminância.....	38
4.6.Cálculo das eficiências luminosas das lâmpadas.....	39
4.6.1.Cálculo do índice do recinto .....	39
4.6.2.Especificação das refletâncias .....	40
4.6.3. Especificação do tipo de luminária .....	40
4.6.4. Especificação da eficiência do recinto.....	41
4.6.5. Especificação da eficiência da luminária.....	41
4.7.Determinação do coeficiente de utilização ou factor de utilização .....	41
4.7.1.Obtenção do factor de depreciação ou de manutenção .....	42
4.7.2.Determinação do fluxo luminoso total.....	42
4.7.3.Obtenção do número de luminárias necessárias de cada lâmpada.....	43
4.8.Análise económica.....	44
4.8.1.Período de retorno simples .....	44
4.9.Analise da viabilidade economica das lampadas( incadescente, Fluorescente e LED).....	47
4.9.1.Resultado da Viabilidade Económica durante a vida útil da lâmpada LED .....	48
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....	50
5.1. Conclusões.....	50

5.2. Sugestões .....	50
5.3.Referencias Bibliográficas.....	52
APÊNDICES .....	55
ANEXOS .....	64

**Declaração**

Declaro por minha honra que esta monografia científica é fruto do meu esforço pessoal e da orientação do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

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

Quelimane, -----de ----- de 2021

---

Abdul Silva Narupuatxa

**Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus familiares em particular a minha mãe e aos meus irmãos que sempre me auxiliaram e encorajaram na vida académica. Também aos meus amigos que estiveram ao meu lado durante toda a minha formação académica, especialmente ao meu amigo Carimo, Muatama, Herminio, e meu irmão Aquimo, e ao meu tio Faneque, pelo amor incondicional e por sempre acreditarem em mim.



**Agradecimentos**

Agradeço a Deus por me dar saúde e vigor em todo o processo da realização deste trabalho e por ser o fornecedor da vida e de todos os recursos existentes debaixo da terra.

Agradeço ao docente, Dr. Anselmo Martinho, que dedicou o seu tempo e sacrificou suas actividades para dar assistência o decurso da realização do trabalho. Razão pela qual, sem sua orientação este trabalho jamais seria finalizado.

Agradeço aos meus pais, meus irmãos, familiares, colegas e amigos existente na Cidade de Quelimane e Mocuba que me deram apoio e suporte para a realização deste trabalho.

Agradeço também a todos os docentes do Departamento de Ciências Naturais e Tecnologia, em especial os do curso de Licenciatura em Ensino de Física com Habilitações em Energias Renováveis, que com sua gentileza nos capacitam para nos tornarmos futuros quadros e profissionais, contribuindo de uma forma eficaz, com a transmissão dos seus conhecimentos e experiencias.

E por fim, a todos que, de forma directa ou indirecta influenciaram de uma forma construtiva o percurso do aprendizado durante o tempo de formação.

## Lista de Figuras e gráficos

Figura 1:Diferença entre luminância e iluminância. ....	11
Figura 2:Triângulo das Potências. ....	15
Figura 3:Características construtivas da lâmpada incandescente .....	17
Figura 4:Modelos de lâmpadas fluorescentes.....	18
Figura 5:Princípio de funcionamento dos LEDs e símbolo de diodo.....	20
Figura 6:Polarização directa e reversa.....	21
Figura 7:: Led convencional (cc – contra-cônico) e sua constituição .....	21
Figura 8:Tipos de lâmpadas LEDs .....	22
Figura 9:Mapa da Cidade Municipal de Quelimane com Indicação do Local de Estudo assim como as coordenadas geográficas do Bairro Coalane II .....	29
Figura 10:Imagem sobre as dimensões físicas da casa do tipo-1 do bairro Coalane II.....	33
Figura 11:Imagem sobre a casa do tipo-1 do bairro Coalane II, na Cidade de Quelimane .....	62
Figura 12:Imagem sobre as lâmpadas utilizadas dentro do recinto da casa do tipo-1.....	62
Figura 13: Imagens obtidas da loja.....	63
Figura 14:Electricidade de Moçambique consumo em (bilhões/Kwh) .....	63
 Gráfico 1:Curva de sensibilidade do olho a radiações monocromáticas. ....	10
Gráfico 2:Respostas em Percentagem Obtidas a partir dos vendedores.....	31

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Apresentação do Questionário em Percentagem Dirigido aos vendedores .....	30
Tabela 2: Tarifário de energia eléctrica em Moçambique .....	36
Tabela 3: Tabela padrão da eficiência do recinto .....	41
Tabela 4: Análise de custos e retorno do investimento .....	45
Tabela 5: Economia anual no consumo de energia .....	49
Tabela 6: Análise de Custos e Retorno do Investimento .....	49
Tabela 7: Vida útil das lâmpadas (LED , Incandescente e Fluorescentes) .....	58
Tabela 8: dados obtidos do fabricante das lâmpadas .....	59
Tabela 9: Quantidade de lâmpadas utilizadas no ano .....	60
Tabela 10: Eficiência aproximada de luminária .....	60
Tabela 11: Factor de manutenção .....	61
Tabela 12: Alguns níveis de iluminâncias recomendáveis para interiores .....	61
Tabela 13: Consumo de energia em Moçambique .....	61
Tabela 14: Factor de manutenção .....	63

**Lista de Siglas e Abreviaturas**

PEE- Programas de Eficiência Energética

EE- Eficiência Energética

EDM- Electricidade de Moçambique

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas

MEM -Ministério de Energia de Moçambique

FUNAE-Fundo Nacional de Energia de Moçambique

IRC- Índice de Restituição de Cor

LED- Light Emitem Diode (Díodo de emissão de Luz)

THD- Distorção Harmónica Total

FP- Factor de Potência

INE- Instituto Nacional de Estatística

MME- Ministério de Minas e Energia

Aneel- Agência Nacional de Energia Elétrica

Copel -Companhia Paranaense de Energia Elétrica

PRS- Período de Retorno Simples

ROS-Retorno de Investimento

**Lista de Símbolos**

$Wh/m^2$  - Watt-Hora Por Metro Quadrado;

I-intensidade luminosa (cd)

$\Phi$  -Fluxo Luminoso (lm)

$\omega$ -O ângulo sólido coberto pela radiação em esfero-radiano (sf)

Cd- candela

Lm-lumen

L-Luminância

m- Metro

UV- Ultra Violeta

VA- Volt Ampere

W- Watt

$H$ - Altura da luminária

$hm$ - Altura de montagem da luminária

$\alpha$ - Ângulo entre direção do fluxo luminoso e a vertical que passa pelo centro da lâmpada

$S$ - Área do recinto

$C$ - Comprimento do recinto

$Hm$ - Distância vertical ente a luminária e o plano de trabalho

$\eta$ -Eficiência luminosa

U-Fator de depreciação

$\phi$ - Fluxo luminoso

$\varphi$ -Fluxo por luminária

$E$ - Iluminamento

$I$ -Intensidade luminosa

$l$ - Largura do recinto

$n$ - Número de luminárias

$\mu$ - Coeficiente de utilização

$\eta_r$ - Eficiência do recinto

$\eta_l$ - Eficiência da luminária

$F_d$  = Factor de Depreciação

Kwh-quilowatt hora

## Resumo

A Presente pesquisa intitulada Estudo Comparativo de Lâmpadas (LED, Incandescente e Fluorescente): Caso de Uma Casa do Tipo-1, Bairro Coalane II, Cidade de Quelimane feita com base numa pesquisa descritiva com abordagem quantitativa, sobre o instrumento de colecta de dados foi submetido um questionário direccionado aos vendedores da loja Electro Construções e fez-se levantamentos de dados a partir da observação directa em uma casa do tipo-1. O objectivo geral é comparar as lâmpadas (Incandescente, Florescente e LEDs) considerando alguns parâmetros físicos e viabilidade económica no caso de uma casa do tipo-1, na qual foi investido num valor de 1730, incluindo as respectivas lâmpadas assim como a fita métrica, entre tanto a lâmpada Incandescente tem um gasto anual de energia eléctrica de 892.8Kwh num custo de 8794.1Mt/ano e o seu tempo de retorno para o investimento é de 0.2 anos que corresponde a 2 meses e 12 dias e 9 horas e 36min 2160s, e o retorno do investimento será de 4.1 vezes o valor aplicado inicialmente que corresponde a 410% do valor inicial. Para a lâmpada fluorescente de 40w tem um gasto anual de energia eléctrica cerca de 357.12Kwh, num custo de 3518Mt/ano, na qual o seu período de retorno para o investimento é de 0.5 anos que corresponde a 6 meses e o seu retorno do investimento durante este período será de 1.03 vezes o valor aplicado inicialmente que corresponde a 103% do valor inicial. No caso da lâmpada LED de 15w tem um gasto anual de 133.92Kwh, e num valor a pagar de 1319.11Mt/ano, e o seu tempo de retorno para o investimento é de 1.3 anos, que corresponde a 1 ano e 15 meses e 18 dias e 24 min e 1440s, que é aproximadamente a 2 ano, e o retorno do investimento será de -0.23vezes o valor investido inicialmente que corresponde a -23% do valor investido. Tendo em vista a estes aspectos conclui-se que a lâmpada LED de 15w é mais económica em relação a incandescente e fluorescente e a lâmpada incandescente tem maior consumo de energia eléctrica e um custo muito elevado em relação a LED e fluorescente. Como sugestões é recomendável o uso das Lâmpadas LEDs e Fluorescente por serem económicas e uma boa eficiência luminosa, principalmente as LEDs. .

**Palavras-Chave:** Comparar; impactos económicos, Eficiência.

## Abstract

The present research entitled Comparative Study of Lamps (LED, Incandescent and Fluorescent): Case of a Type-1 House, Neighborhood Coalane II, City of Quelimane, based on a descriptive research with a quantitative approach, on the data collection instrument was a questionnaire was submitted to Electro Construções store salespeople and data were collected from direct observation in a type-1 house. The general objective is to compare the lamps (Incandescent, Fluorescent and LEDs) considering some physical parameters and economic viability in the case of a type-1 house, in which a value of 1730 was invested, including the respective lamps as well as the measuring tape, between both the Incandescent lamp has an annual electricity consumption of 892.8Kwh at a cost of 8794.1Mt/year and its payback time for the investment is 0.2 years which corresponds to 2 months and 12 days and 9 hours and 36min 2160s, and the return on investment will be 4.1 times the amount initially applied, which corresponds to 410% of the initial amount. For the 40w fluorescent lamp it has an annual electricity consumption of around 357.12Kwh, at a cost of 3518Mt/year, in which its return on investment is 0.5 years which corresponds to 6 months and its return on investment during this period it will be 1.03 times the amount initially applied, which corresponds to 103% of the initial amount. In the case of the 15w LED lamp, it has an annual cost of 133.92Kwh, and an amount payable of 1319.11Mt/year, and its payback time for the investment is 1.3 years, which corresponds to 1 nano and 15 months and 18 days and 24 min and 1440s, which is approximately 2 years, and the return on investment will be -0.23 times the amount initially invested, which corresponds to -23% of the amount invested. In view of these aspects, it is concluded that the 15w LED lamp is more economical compared to incandescent and fluorescent and the incandescent lamp has greater consumption of electricity and a very high cost compared to LED and fluorescent. As suggestions, we recommend the use of LED and Fluorescent lamps because they are economical and have a good luminous efficiency, especially LEDs. .

**Keywords:** Compare; economic impacts, Efficiency.



## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

A primeira lâmpada para uso comercial surgiu no final do século XIX, criada por Thomas Alva Edison, no ano de 1879. A lâmpada incandescente é um dispositivo eléctrico que transforma energia eléctrica em energia luminosa e energia térmica através do efeito Joule. Dada a sua simplicidade, foi o primeiro dispositivo prático que permitiu utilizar electricidade para iluminação, sendo utilizada inicialmente para uso comercial (HARRIS, 1993 & BOWERS, 1980).

As lâmpadas incandescentes foram as primeiras a serem comercializadas, mas devida sua baixa eficiência aliada a crise energética ocorrida em 2001 o crescimento do sector industrial e a falta de planificação no sector eléctrico enumeram algum dos motivos as quais culminaram na crise do sector energético. Sendo assim, foi adoptado um sistema de racionamento de energia onde os consumidores que ultrapassassem os valores estipulados teriam um acréscimo em sua conta. Em virtude disso, buscou-se trocar os equipamentos menos eficientes por mais eficientes, e através dessa busca as lâmpadas fluorescentes obtiveram um maior espaço no mercado nacional (MONTEIRO, *et al.*, 2014; PINTO, 2008).

Desde então várias pesquisas foram feitas nessa área resultando em uma diversidade de lâmpadas existentes actualmente, como as lâmpadas incandescentes, fluorescentes de alta e baixa pressão e LED (*Light Emitting Diode*) (BRAGA, *et al.*, 2014).

Com o avanço da tecnologia e a constante busca pela eficiência energética, surge no mercado, em 1999, as lâmpadas de LED as quais, estão sendo preferidas para utilização dos consumidores residenciais devido a sua vida útil, cerca de 25.000 horas e menor consumo de energia acarretando maior economia tendo apenas como empecilho inicial o alto custo de aquisição, custo o qual devido ao avanço das pesquisas está sendo reduzido (LUZ, 2013).

As lâmpadas fluorescentes e LED começaram a substituir gradativamente as lâmpadas incandescentes devido a sua maior eficiência, ou seja, gerando maior energia luminosa com menor potência. Com a evolução das lâmpadas fluorescentes e mais recentemente das lâmpadas de LED, sua utilização se tornou mais atraente devido à baixa eficiência e autoconsumo da lâmpada incandescente em relação as lâmpadas florescentes e LED. ABNT (2012).

Com isso esta monografia tem como principal objectivo de comparar as lâmpadas LED, incandescente e fluorescente, considerando alguns parâmetros físicos no caso de uma casa do tipo-1, de modo que a iluminação residencial contemple as normas para escolha do melhor tipo de lâmpada a ser utilizado, principalmente com base na eficiência luminosa.

A evolução tecnológica deixa a sociedade cada dia mais dependente da energia aliado ao crescimento da demanda. Na cidade de Quelimane, principalmente nas zonas rurais deste distrito tem-se verificado grande dificuldade na distribuição de energia eléctrica para iluminações residências. Com esta pesquisa fez-se um estudo comparativo de lâmpadas, incandescente, fluorescente e LED em uma casa do tipo-1, Bairro Coalane II, na Cidade de Quelimane como proposta de fazer uma análise da viabilidade económica da troca de lâmpadas menos eficientes por lâmpadas mais eficientes focando o sector residencial.

A presente Monografia aborda sobre o Estudo Comparativo de lâmpadas (LED, Incandescentes, e Florescentes) no Caso de Uma Casa do Tipo-1, Bairro Coalane II, Cidade de Quelimane., e é de extrema importância salientar que fez-se a organização e estruturação da pesquisa em capítulos, na qual o primeiro capítulo envolve a introdução, delimitação do tema, problematização, justificativa, hipóteses, objectivos gerais e específicos, o segundo capítulo está apresentada a fundamentação teórica do tema em estudo, o terceiro capítulo estão mencionadas as metodologias usadas para alcançar o objectivo geral da pesquisa, o quarto capítulo compreende apresentação e discussão dos resultados, o quinto e ultimo capítulo estão apresentados as conclusões e sugestões da pesquisa e por final, estão apresentadas as referências bibliográfica, os apêndices e os anexos.

## **1.2. Delimitação do Tema**

O tema estudado enquadra-se na cadeira de Electricidade, e a pesquisa foi realizada na província da Zambézia, distrito de Quelimane concretamente no Bairro Coalane-II em uma casa do tipo-1, num intervalo de tempo de aproximadamente 4 meses de Maio a Agosto, do ano 2021.

## **1.3. Problematização**

Segundo (BOWERS, 2013:65), a iluminação permite ao ser humano a primeira percepção do ambiente. A partir da luz é que se pode perceber formas, tamanhos, cores, texturas, além da sensação de movimento e temperatura. Sendo assim, a utilização da luz é um aspecto

fundamental de qualquer sector residencial, parte essencial a ser levada em conta durante o processo de projectar, seja relacionada ao conforto ambiental ou utilizada como material construtivo.

A iluminação é um componente primordial e essencial para a qualidade de qualquer sector residencial, pois, conforme citado por vários autores, é um dos seus principais elementos (BOWERS, 2013).

Em Moçambique, por exemplo, mais de 80% da população não tem acesso a energia eléctrica. Este problema é consequência da incapacidade de expandir a rede eléctrica para certas zonas mais distantes e isoladas. Por outro lado, é bastante oneroso para o governo proporcionar acesso a electricidade nestas zonas quando não existe perspectiva temporal de retorno de capital investido uma vez que os seus habitantes são maioritariamente pobres. (Ministério de Energia de Moçambique (MEM) & Fundo Nacional de Energia de Moçambique (FUNAE), 2011).

A província da Zambézia, concretamente a cidade de Quelimane, no Bairro Colane II, tem uma parte da população que nem sequer tem acesso a energia eléctrica, e nem um ponto de luz tem em sua casa, dada a dificuldade da EDM em expandir a rede eléctrica para todo o país, uma parte devido a falta de fundo e a sobrecarga que os tem levado a empresa.

O fraco poder de compra da população, aliada a pobreza tem levado a muita gente a preferirem comprar lâmpadas incandescentes do que a fluorescente e LEDs que são mais caras e que provavelmente tenham maior tempo de vida, e com uma boa eficiência luminosa, e sejam económicas quanto ao consumo e poluem menos o ambiente.

Os três principais problemas encontrados, e que objectivaram o trabalho, foram:

1. Aumento do consumo de energia eléctrica devido ao crescimento demográfico e má gestão do sistema energético.
2. A falta de eficiência de algumas lâmpadas e a poluição das mesmas.
3. A crescente participação da lâmpada LED no mercado e a falta de regulamentação para determinação da qualidade.

Diante destes aspectos, foi levantada a presente pesquisa com o intuito de responder a seguinte questão:

***Qual diferença existe no uso das lâmpadas (LED, Incandescente e Florescente) no caso de uma casa do tipo- 1?***

#### **1.4. Justificativa da Escolha do Tema**

A Electricidade de Moçambique (EDM). A grande procura neste sector se deve, à rápida expansão da população urbana e à electrificação das vilas sede distritais. No que concerne ao consumo de energia eléctrica, o país regista um crescimento contínuo da demanda, ultrapassando os limites, EDM (2014).

Ainda no sector residencial, contribui para o crescimento da demanda da energia eléctrica o aumento da penetração de electrodomésticos como resultado do crescimento económico do país, esse aumento requer, todavia, que algumas medidas sejam tomadas como forma de racionalização do consumo de energia eléctrica (ZOMER 2007).

O estudo das lâmpadas, ou seja, a escolha da iluminação eléctrica residencial elenca três razões, a saber: o seu papel na promoção do desenvolvimento, a sua contribuição na demanda energética nacional e o seu impacto sócio ambiental.

Desse modo, por existência de um vazio legal para a fiscalização das lâmpadas que entram no País, existe a possibilidade para um maior número das amostras não conferir os requisitos básicos para garantir melhor conforto visual e durabilidade, o que leva o consumidor à perda de confiança e a, preferencialmente, continuar a adoptar as lâmpadas incandescentes que são mais baratas.

A escolha deste tema fez-se pelo sacrifício e riscos que o aumento populacional junto com as mudanças dos costumes da população nos últimos tempos, vem intensificando o consumo e com isso ocasionando problemas para as áreas responsáveis pelo fornecimento de energia eléctrica. O estudo foi feito na cidade de Quelimane, concretamente no bairro coalane II, porque é neste local onde o pesquisador reside, visto que também existem uma parte da população sem acesso a energia eléctrica e nem um ponto de luz em casa, ou por falta das condições financeiras na qual esta população tem sofrido ou até mesmo a electrificação não tem chegado nestes locais devido a sobrecarga que tem levado a empresa EDM.

A pesquisa foi feita em uma casa do tipo-1, porque o estudo visa comparar as lâmpadas, incandescentes, fluorescentes e LED, entretanto foi necessário que sejam utilizados apenas as lâmpadas sem nenhum auxílio de qualquer electrodoméstico em uso, para observar melhor o nível de consumo da corrente eléctrica de cada tipo de lâmpada.

O presente trabalho de pesquisa irá contribuir para a população em geral no sentido de fazer perceber sobre o funcionamento da eficiência luminosa e baixo consumo de energia, assim como a fazer a melhor escolha, de modo a ter, na sua casa ou no seu local de trabalho uma boa iluminação com um baixo consumo de energia. Além disso poderá reduzir a sobrecarga

de maior gasto de energia fornecida pela empresa EDM e podendo gerar um rendimento para a mesma, e expandir para diversas zonas.

## **1.5. Hipóteses**

- Com a utilização da lâmpada LED pode diminuir o percentual de consumo de energia residencial que as lâmpadas Incandescente e Florescente.
- Com a utilização da lâmpada LED pode não diminuir o percentual de consumo de energia residencial que as lâmpadas Incandescente e Florescente

## **1.6. Objectivos**

### **1.6.1. Objectivo Geral**

Para a presente pesquisa foi estabelecido como objectivo geral o seguinte:

- Comparar as lâmpadas (Incandescente, Florescente e LEDs) considerando alguns parâmetros físicos e viabilidade económica no caso de uma casa do tipo-1.

### **1.6.2. Objectivos específicos**

Para o alcance do objectivo geral foram traçados os seguintes objectivos específicos:

- Identificar os dados técnicos do fabricante da lâmpada LED com as lâmpadas Incandescente e Florescente.
- Analisar alguns parâmetros para estudo comparativo entre as lâmpadas Incandescente, Florescente e as de LED.
- Avaliar a viabilidade económica da lâmpada LED com as lâmpadas Incandescente e Florescente.

Com base nos objectivos específicos foram traçadas as seguintes questões de partida:

- Como identificar os dados técnicos do fabricante de lâmpadas (Incandescente, Florescente e LEDs)?
- Que parâmetros serão necessário para fazer a análise comparativa de lâmpadas (Incandescente, Florescente e LEDs)?
- Porque avaliar a viabilidade económica de lâmpadas (Incandescente, Florescente e LEDs)?

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Aqui encontram-se alguns subsídios teóricos que diversos autores abordaram, como sustento para a pesquisa em destaque, gerando grandes impactos na abordagem do trabalho.

É notório que actualmente a obtenção da electricidade no seio da sociedade, e que enumeras pesquisas têm sido desenvolvidas sobre o uso das energias eléctrica, e que esta tem sido uma das áreas de pesquisa muito apostada na actualidade por diversos pesquisadores a nível mundial.

### **2.1. Conceitos luminotécnico**

De acordo com (FREITAS, 2009). A luminotécnica é o estudo das técnicas das fontes de iluminação artificial, através da energia eléctrica. Cada lâmpada possui características diferentes as quais são de suma importância na hora de definir o tipo de iluminação mais adequada para determinado projecto.

Para um bom projecto de iluminação o nível de iluminamento, a distribuição espacial e o rendimento das mesmas são pontos fundamentais na escolha da lâmpada a ser utilizada (MAMEDE FILHO, 2001).

#### **2.1.1 Luz**

Segundo (MAMEDE FILHO, 2001 & OSRAM, 2016) Luz é uma fonte de radiação que emite ondas electromagnéticas em diferentes comprimentos que se propagam mesmo na ausência da matéria.

Segundo (SALVETTI, 2008). A luz visível refere-se ao conjunto de ondas capazes de provocar sensação visual num observador normal

Na visão de (LIMA, 2013). A luz visível é o conjunto de radiação electromagnética capaz de produzir uma sensação visual, ou seja, a luz visível, para o ser humano, é o conjunto de ondas que possuem comprimento entre 380 e 750 nm, conforme representado na Figura 1.

#### **2.1.2. Cor**

As cores que os objectos apresentam sob determinada luz, correspondem à parcela do espectro de luz que eles reflectem. Esse raio de luz reflectido, possui um determinado comprimento de onda, característico de cada cor, e é recebido por células especializadas na nossa retina e transmitidas ao nosso sistema nervoso através do nervo óptico. Enxergamos um

objecto na cor verde por exemplo, pois sob a incidência de uma luz branca, ele reflecte a porção verde do espectro de luz, que possui determinado comprimento de onda (entre 500 e 570 nm para a cor verde) e absorve as ondas de outros comprimentos. Se retirássemos a porção de verde da fonte de luz, o objeto pareceria ter a cor negra. A cor preta portanto, é a ausência de reflexão de luz, ou seja, todos os comprimentos de onda são absorvidos por determinado objecto. O maior comprimento de onda é enxergado como vermelho, e o menor, na cor violeta, conforme figura abaixo, a seguir (OSRAM, 2014).

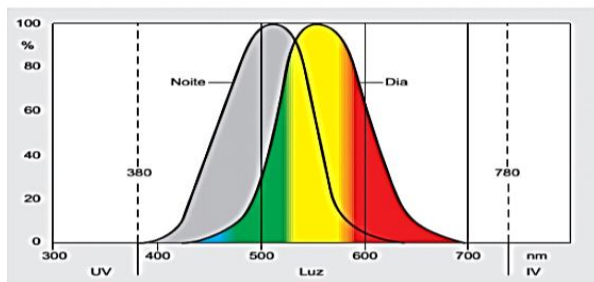


Gráfico 1: Curva de sensibilidade do olho a radiações monocromáticas.

Fonte: Extraído de (OSRAM, 2016)

### 2.1.3. Intensidade Luminosa

Sobre a Intensidade Luminosa (OSRAM, 2016; COSTA, 2010). Salientam que a intensidade luminosa pode ser descrita como a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa em uma determinada direcção conforme pode ser visto na Figura 3. Possui como simbologia a letra  $I$  e como unidade de medida a candela (cd)

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad [1]$$

Onde:

$I$ -intensidade luminosa (cd)

$\Phi$  -Fluxo Luminoso (lm)

$\omega$ -O ângulo sólido coberto pela radiação em esfero-radiano (sf)

### 2.1.4. Iluminância

Nas abordagens de (WANDERLEY, 2014; ABNT, 1992;16). A iluminância, também chamado de iluminamento, tem por definição a razão do fluxo luminoso que incide numa

superfície por unidade de área. De um modo geral pode-se definir a iluminância como a quantidade de luz em um ambiente. O iluminamento é a medida realizada pelo luxímetro, sendo a sua unidade o Lux (lx), simbolizada pela letra E.

A iluminância é um dos factores principais para a escolha da forma de iluminação do ambiente, pois cada ambiente necessita uma quantidade de lux necessária para a realização das actividades.

$$E = \frac{\phi}{A} \quad [2]$$

Onde:

E- Iluminância (lux)

$\phi$ - Fluxo luminoso (lm)

A-Área (m)

### 2.1.5. Luminância

Na perspectiva de (COSTA, 2010;17). A luminância é definida como a quantidade de potência luminosa a qual o olho humano consegue perceber.

A luminância é medida em candela por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>) e possui como símbolo a letra L. A Figura 2 apresenta a diferença entre luminância e iluminância.



Fonte: Extraído de (OSRAM, 2016)

Figura 1:Diferença entre luminância e iluminância.

### 2.1.6. Índice de reprodução de cor

No ponto de vista de (LIMA, 2013 & CREDER, 2004). O Índice de Reprodução de Cor (IRC) é uma medida entre a cor real e a cor aparente de um objecto ou superfície em relação a uma fonte luminosa, também podendo afirmar que o IRC determina a equivalência entre uma fonte de referência e uma fonte a qual deseja avaliar.



Os níveis de IRC variam de zero a 100, sendo assim, quanto mais próximo de 100, maior é a fidelidade de reprodução da fonte luminosa, quanto mais próxima de zero, mais deficiente é a reprodução das cores (MAMEDE FILHO, 2001).

Esse índice foi criado em 1931 pela comissão Internacional de Iluminação, CIE (Commission International de Eclairage), que concebeu um sistema que compara matematicamente como uma fonte de luz reproduz oito cores especificadas pelo CIE. Pode ser medido utilizando um espectrofotômetro Eye-One com aplicativo Eye-One Share (CORALIS, 2014).

### **2.1.7. Temperatura de cor**

A temperatura de cor refere-se a uma associação da sensação térmica de quente e frio a uma percepção visual da cor da luz (Figura 3). É uma analogia a uma cor emitida ao se aquecer um corpo negro (que absorve toda a luz que incide sobre ele) que parte de um tom avermelhado e passa a uma cor mais esbranquiçada à medida em que é aquecido a maiores temperaturas (CAMBRIDGE IN COLOUR, 2014).

Logo de acordo com (ELETRO, 2014) quando se diz que uma luz é “fria”, mais clara ela é e maior sua temperatura de cor ( $> 6000\text{K}$  - kelvin), de aparência azul roxeada; quanto menor a temperatura de cor, mais amarelada será a luz ( $< 3000\text{K}$ ); a “luz branca natural”, emitida pelo Sol em céu aberto ao meio-dia, possui temperatura de cor de  $5.800\text{K}$ .

### **2.1.8. Fluxo Luminoso**

De acordo com as abordagens de (CREDER, 2004). (FERREIRA, 2014; FREITAS, 2009 & LIMA, 2013), afirmam que o fluxo luminoso é a quantidade total de luz que pode ser emitida por uma fonte em todas as direções do espaço, sendo possível ser perceptível a retina ocular, podendo ser definida como a energia luminosa percebida pelo olho humano. O fluxo luminoso é simbolizado pela letra grega Phi ( $\phi$ ) e como unidade o lúmen (lm).

### **2.1.9. Eficiência luminosa**

Segundo as perspectivas de (OSRAM, 2016 & CREDER, 2004). A eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso e a potência elétrica de uma lâmpada, ou seja, a quantidade de lumens gerados por watt absorvidos. Este valor geralmente o indicado pelos fabricantes. Dependendo das características do recinto, o fluxo luminoso irradiado tem uma maior facilidade de reflexão e absorção dos materiais. O símbolo de eficiência energética é a letra grega Eta ( $\eta$ ) e a unidade é o lúmen por watt (lm/W).

$$E = \frac{\phi}{P} \text{ lm/w} \quad [3]$$

### 2.2.1. Durabilidade

Segundo (OSRAM, 2016 & WANDERLEY, 2014). A durabilidade de uma lâmpada pode ser dividida em: *vida útil*, *vida média* e *vida mediana*.

Segundo (OSRAM, 2016 & WANDERLEY, 2014), o conceito de vida de uma lâmpada é dado em horas e é definido por critérios preestabelecidos por normas técnicas, considerando sempre um grande lote testado em laboratório sob condições controladas e de acordo com as normas pertinentes.

No entanto, quando falamos de vida da lâmpada, precisamos entender o que cada definição de vida da mesma significa. Vida média e vida mediana estão relacionadas à mortalidade ou falha da lâmpada, e vida útil está relacionada a manutenção do fluxo luminoso da mesma.

- **A vida média** da lâmpada é o cálculo da média aritmética do tempo de duração de cada lâmpada ensaiada em laboratório.
- **Já a vida mediana** é o número de horas onde 50% da amostra das lâmpadas ensaiadas em laboratório falharam, ou seja, deixaram de acender.
- **A vida útil** é uma previsão da perda de eficiência da lâmpada e refere-se ao número de horas decorrido, quando se atinge 70% da quantidade de luz inicial, devido à depreciação do fluxo luminoso de cada lâmpada, somado ao efeito das respectivas queimas ocorridas no período, ou seja, 30% de redução na quantidade de luz inicial.

Segundo OSRAM, 2016 & WANDERLEY, (2014), a depreciação do fluxo luminoso é o percentual de redução de fluxo luminoso, ou seja, da emissão de luz de uma lâmpada, durante um período de operação. Todas as fontes luminosas sofrem depreciação do fluxo luminoso, sejam elas incandescentes, fluorescentes, Led, etc. A depreciação percentual de perda do fluxo luminoso utilizada para determinar o final da vida útil varia de 10% a 30% conforme o tipo de tecnologia da lâmpada.

Os principais factores que contribuem para esta depreciação são:

- O número de horas de uso e o número de operações (liga – desliga);
- O desgaste dos componentes da lâmpada e reator;
- A poeira que se acumula nas lâmpadas ou luminárias;

- A diminuição do poder reflector das paredes e tetos por conta de seu escurecimento progressivo.

### 2.2.2. Ofuscamento

De acordo com (OSRAM, 2016 & SANTOS, 2013). O ofuscamento é o efeito de desconforto visual causado por uma distribuição imprópria das lâmpadas. Pode causar luz, brilho e contrastes excessivos, reduzindo assim, a capacidade de distinguir objectos, sendo considerado ofuscamento valores de luminância acima de 200 cd/m<sup>2</sup>. Existem dois tipos de ofuscamento, o directo o qual a luz é direccionada directo no campo visual e o ofuscamento reflexivo, onde as superfícies reflectem a luzem no campo visual.

Segundo CHAVES (2012), os efeitos causados pelo ofuscamento são a perda de visibilidade (ofuscamento inabilitado) e o desconforto ou perturbação (ofuscamento perturbador). A perda da visibilidade ocorre quando uma quantidade excessiva de luz causa a saturação no sistema visual, acima de 25.000 cd/m<sup>2</sup>. Já o desconforto ocorre quando a razão de luminância ultrapassa a faixa de 10:1, por exemplo quando se tem o reflexo da fonte luminosa no plano de trabalho. Deve-se salientar que o ofuscamento inabilitado impede o desenvolvimento de uma actividade, já o ofuscamento perturbador não.

### 2.2.3. Distorção Harmónica Total

Termo usado para quantificar o nível de distorção da forma de onda de sinais de tensão ou de corrente em relação à forma de onda ideal senoidal à frequência fundamental (BRONZEADO et al., 1997).

Segundo (COPEL, 2012). A THD é a distorção harmónica total da corrente absorvida por uma carga não linear (por exemplo lâmpada fluorescente) em relação à onda senoidal pura com frequência de 60Hz fornecida pela concessionária.

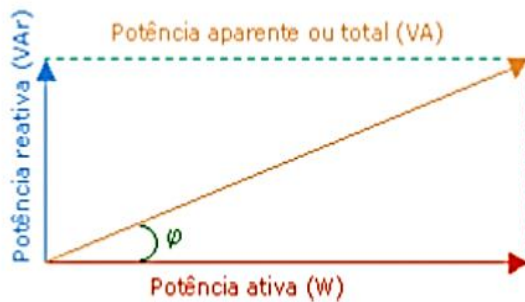
### 2.2.4. Potência Activa, Aparente e Reactiva

Na perspectiva de (SILVA, 2006). Em corrente alternada encontramos três tipos de potência: activa, reactiva e aparente.

- A **potência activa** é a que efectivamente produz trabalho ou energia como: luz, calor, movimento, entre outras. A unidade de medição é watt (W).
- A **potência reactiva** é aquela utilizada para produzir os campos eléctricos e magnéticos necessários para o funcionamento dos motores, transformadores,

geradores, reactores, entre outros. Tudo que exige energia reactiva elevada causa baixo factor de potência . A unidade de medida (Volt Ampere reactivo).

- A **aparente** é a potência absorvida da rede. É o resultado da composição das potências activa e reactiva, também conhecida como potência total. A unidade de medida VA (Volt Ampere).



Fonte: SILVA (2006).

Figura 2: Triângulo das Potências.

$$FP = \cos\varphi \frac{P(W)}{S(VA)} \quad \quad \quad \sin\varphi = \frac{Q(var)}{S(VA)} \quad \quad \quad S^2 = P^2 + Q^2 \quad [4]$$

### 3. História das lâmpadas

A descoberta e controle do fogo como iluminação artificial revolucionaram a vida humana desde a pré-história, devido à necessidade de luz para que o homem pudesse realizar as suas tarefas diárias (WANDERLEY, 2014; SOUSA, 2011).

Conforme a relação de dependência homem e fogo foi crescendo, novos objectos foram sendo descobertos, das rochas para iluminação dos ambientes até a primeira luminária conhecida, a lucerna. A lucerna consistia em um recipiente no qual conseguia-se armazenar gordura, servindo de combustível para o fogo, conseguindo assim controlar a chama por um tempo maior. Com o passar do tempo, as lucernas foram evoluindo até chegarem a obtenção da vela (WANDERLEY, 2014; SOUSA, 2011; MUSEU DA LÂMPADA, 2016).

No início do século XIX, o químico inglês Humphrey Davy notou que tiras finas de carbono colocadas separadamente em dois polos de uma bateria criava um arco, surgia assim a base que sustenta o funcionamento da lâmpada incandescente. Warren de la Rue, Henry Woodward, Matthew Evans, Joseph Swan e Paul Jablochkoff utilizaram a teoria de Davy para produzir lâmpadas incandescentes. Mas foi em 1879, após comprar a patente de Woodward e Evans que Thomas Edison obteve resultados satisfatórios, após reduzir o filamento do carbono e utilizar materiais de baixo custo, como o bambu, que obteve um excelente rendimento e durabilidade da lâmpada para a época, mantendo-a acesa por 600 horas, fazendo

com que ganhasse o título de inventor da lâmpada (WANDERLEY, 2014; MUSEU DA LÂMPADA, 2016).

Em 1856, Nikola Tesla criou a lâmpada fluorescente, porém apenas em 1938 ela foi inserida no mercado, sendo que esse tipo de lâmpada transmite mais energia electromagnética em forma de luz, sendo mais eficiente que as lâmpadas incandescentes (WANDERLEY, 2014).

A primeira observação do fenómeno de emissão de luz através de um semicondutor foi em 1907 quando o engenheiro Henry Round descobriu o efeito da eletroluminescência, obtido através de um diodo *Schottky* (LIMA, 2013).

Apenas em 1961, os pesquisadores da Texas Instruments Robert Biard e Gary Pittman descobriram que, quando uma corrente eléctrica atravessa arsenieto de gálio surge uma radiação infravermelha invisível a olho nu. Porém em 1962, Nick Holonyak Jr., obteve uma luz visível vermelha a partir do LED, sendo assim considerado o pai do LED. Desde então, as pesquisas foram intensificadas originando o LED azul em 1971, em 1989 surgem os primeiros LED comerciais, porém em 1993, quando Shuji Nakamura obteve o LED de luz branca que, em uma nova perspectiva, surgiu a iluminação dos ambientes (WANDERLEY, 2014; MUSEU DA LÂMPADA, 2016; LIMA, 2013).

#### **4. Tipos de lâmpadas**

##### **4.1.Lâmpada Incandescente**

Segundo (BASTOS, 2011). A lâmpada incandescente foi a primeira a ser desenvolvida, sendo Hunphry Davy um dos estudiosos precursores nessa área onde, na década de 1800, conseguiu produzir um arco luminoso entre duas hastes de carbono ligadas a uma bateria, criando um esboço da base da lâmpada incandescente actual.

O problema da lâmpada de arco voltaico era a necessidade de potentes baterias para mantê-la acesa, além de não ser adequada para pequenos espaços. Em 1879, Thomas A. Edison conseguiu superar os obstáculos, encontrando um filamento que suportasse altas temperaturas durante várias horas, e desenvolveu a lâmpada incandescente em escala comercial (COSTA, 2010). A maioria das lâmpadas incandescentes são constituídas por uma ampola de vidro fino, à vácuo ou gás inerte e um filamento. O bulbo, que é a parte de vidro, é preenchido por um gás inerte (argônio e nitrogênio) ou vácuo, evitando assim a oxidação do filamento. O

filamento, que geralmente é constituído de tungsténio trefilado, é percorrido por uma corrente eléctrica produzindo calor e luz amarelada (SOUSA, 2011).



Fonte: Extraído de (LUMILÂNDIA, 2016)

Figura 3:Características construtivas da lâmpada incandescente

Segundo (BRAGA, et al, 2014), diz que esse tipo de lâmpada possui como vantagem seu baixo custo e alto índice de reprodução de cores (IRC=100), porém, tem como desvantagens a baixa vida útil, cerca de 1000 horas, e principalmente, o baixo rendimento (10 lm/W). Devido a Portaria Interministerial do Ministério de Minas e Energia nº1.007/2010 que trata da eficiência energética de lâmpadas incandescentes, os fabricantes de lâmpadas incandescentes devem garantir uma eficiência energética mínima, variável em função das potências de cada lâmpada e o nível de tensão da rede, 127 ou 220 V. Desse modo as lâmpadas incandescentes que não se enquadrarem na regulamentação da portaria deverão ser retiradas do mercado (BASTOS, 2011). Em suma são apresentadas as seguintes características abaixo

- Temperatura do filamento: Superior a 2 000°C.
- Vida útil: Em média 1 000 horas de funcionamento.
- Índice de restituição de cor: Possui geralmente um IRC de 100.
- Rendimento luminoso (lm/w): Têm o menor rendimento luminoso de todas as lâmpadas (cerca de 17 lm/W)
- Temperatura de cor: 2.700 K

## 4.2. Lâmpadas Fluorescentes

Segundo (FERREIRA, 2014), diz que Em 1856, Nikola Tesla criou a lâmpada fluorescente, mas a mesma só foi introduzida no mercado no ano de 1938. Seu princípio de funcionamento é pela excitação de um gás dentro de um tubo de descarga. Essas lâmpadas são compostas por

um tubo cilíndrico o qual é preenchido com um gás mercúrio ou argônio a baixa pressão em seu interior e a superfície interna coberta com um pó fluorescente (fósforo) (BRAGA, et al., 2014).

Para o correto funcionamento da lâmpada fluorescente necessita um reactor, conforme representado na Figura 9, que tem como função garantir o perfeito funcionamento, adequando a tensão e limitando a corrente. Esses reactores podem ser do tipo electromagnéticos e electrónicos, sendo que os mais utilizados são os reactores electrónicos, devido ao seu dimensionamento ser para operar na faixa de frequência da rede eléctrica enquanto o electromagnético, opera em altas frequências, na ordem de quilohertz (kHz). A escolha e aplicação do reactor implica directamente no desempenho, contribuindo para a manutenção do fluxo luminoso e vida útil da lâmpada (COPEL, 2012; LIMA, 2013).



Fonte: Extraído de (AZUOS, 2014)

Figura 4: Modelos de lâmpadas fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes têm como vantagens seu baixo consumo energético, melhor eficiência energética e sua maior durabilidade em relação à lâmpada incandescente.

De acordo com (COPEL, 2012; LIMA, 2013), as desvantagens dessas lâmpadas estão em não se poder trabalhar com iluminação de destaque, pois sua angulação é mais aberta, própria para iluminação geral; alguns tipos de fluorescentes geram grande quantidade de raios ultravioletas (UV), que podem alterar a pigmentação de obras de arte e causar manchas na pele, por exemplo - nesse caso pode-se utilizar um filtro de raios UV).

Além de que seu descarte deve seguir normas por conter um metal pesado tóxico, o mercúrio, que além de contaminar o meio ambiente, em temperatura ambiente é líquido e evapora lentamente, podendo entrar nas vias respiratórias causando danos à saúde. Em caso de quebra de uma lâmpada fluorescente, o ambiente deve ser ventilado imediatamente e não se deve tocar no mercúrio sem luvas emborrachadas. Se quebrar sobre roupas, as roupas se tornam inutilizáveis, devendo ser descartadas ((COPEL, 2012; LIMA, 2013). Em suma são apresentadas as seguintes características:

- Vida média: 8000 horas
- Eficiência luminosa: 50 a 69 lm/W
- Índice de reprodução de cor: 85
- Temperatura de cor: 2700 K- luz amarela, semelhante à das lâmpadas de Incandescência -4000 K luz branca.

### 4.3. Lâmpadas LEDs

A respeito da criação do LED e sua evolução, a primeira observação do fenómeno de emissão de luz a partir de um semicondutor foi em 1907 pelas mãos do engenheiro Henry Joseph Round que, ao realizar experimentos na área de rádio, descobriu o efeito da electroluminescência. Ele publicou um artigo que indicava que o primeiro LED foi um díodo Schottky, em vez de um díodo junção PN (SCHUBERT, 2006).

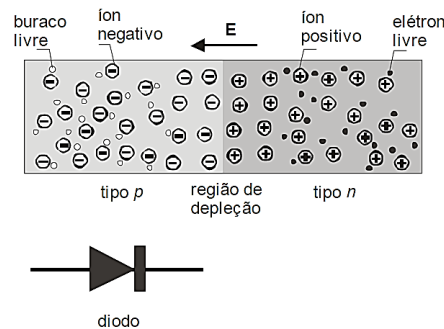
O surgimento do LED, deu-se em 1961, quando Robert Biard e Gary Pittman, pesquisadores da Texas Instruments, descobriram que, quando percorrido por uma corrente eléctrica, o Arseneto de Galio emitia radiação infravermelha, não visível. Somente em 1962, Nick Holonyak Jr., da General Electric, obteve luz visível na cor vermelha a partir de um LED. A patente ficou com Robert Biard e Gary Pittman, mas Holonyak que é considerado o “pai do LED”. Em 1989 surgiram os primeiros LED’s azuis comerciais, o que permitiu expandir o uso do led para TV’s e painéis RGB por exemplo (MUSEU DA LÂMPADA, 2014).

Segundo a (MUSEU DA LÂMPADA, 2014) LED é uma sigla do inglês para Light Emitting Diode, nada mais é que um Díodo Emissor de Luz. Um díodo é um material semicondutor. Um semicondutor é a base de qualquer dispositivo electrónico. Tem sua condutividade controlada através do processo de dopagem, que é a adição de outros materiais em camadas do cristal semicondutor.

Um díodo semicondutor consiste na junção de duas camadas de semicondutores, um tipo *n* e outra tipo *p*. A primeira, tipo *n*, possui eléctron livres, partículas portadoras de carga negativa que participam da condução eléctrica; a segunda, tipo *p*, possui partículas portadoras de carga positiva, composta de lacunas livres (ou buracos livres). Na união dos dois semicondutores, os eléctron próximos da área de junção se difundem partindo do semicondutor *n* (cátodo) para o semicondutor *p* (ânodo), e as lacunas no sentido contrário (Figura 6). As lacunas e os eléctrons se recombinaem e surge uma região desprovida de portadores de carga, a região de depleção, que contém os íons positivos e os íons negativos dos elementos dopantes. Esses



íons criam um campo eléctrico, que age como uma “barreira” que impede a continuidade da difusão dos electrões e dos buracos.



Fonte: MUSEU DA LÂMPADA, 2014

Figura 5: Princípio de funcionamento dos LEDs e símbolo de diodo

De acordo com a (ELETRONICA, 2014), a junção  $p-n$  permite o fluxo de corrente apenas no sentido da região  $p$  para a região  $n$ , quando conectada a uma fonte de força electromotriz. Existem dois tipos de polarização, directa e reversa (Figura 7). Na primeira, a fonte injecta electrões continuamente na região  $n$  (aquela que já possuía electrões livres inicialmente), ou buracos na região  $p$ , o que estreita a região de depleção, diminuindo a “espessura da barreira” o que facilita o fluxo de cargas; na segunda, a polarização reversa ocorre quando se aplica mais electrões na região  $p$  (fazendo com que se combinem com os buracos) e mais buracos na região  $n$  (fazendo com que se combinem com os electrões), ou seja, se aplica tensão negativa no ânodo e positiva no cátodo, o oposto da polarização directa. Isso aumenta a região de depleção, dificultando a passagem de corrente.

Em junções de arseneto de gálio (GaAs) ou nitreto de gálio (GaN), os electrões e buracos devem “pular a barreira” da região de depleção para se combinarem, causando a emissão de radiação electromagnética visível, ou seja, luz. Efeito denominado electroluminescência.

Segundo a (ELETRONICA, 2014), as diferentes cores emitidas pelo LED dependem da composição dos semicondutores e da tensão aplicada. Para cores mais frias (verde, azul e branco) deve-se aplicar tensões maiores que para cores mais quentes (vermelho, âmbar e amarelo). O vermelho é composto de fosforeto de Gálio (GaP), ou Fosforeto de gálio e Arsénico (GaAsP); o amarelo e o verde de Fosforeto de Gálio, fosforeto de Índio, gálio e alumínio (InGaAlP); o infra vermelho de Arseneto de Gálio (GaAs) e Arseneto de Fosforeto de Alumínio e gálio (GaAlAs).

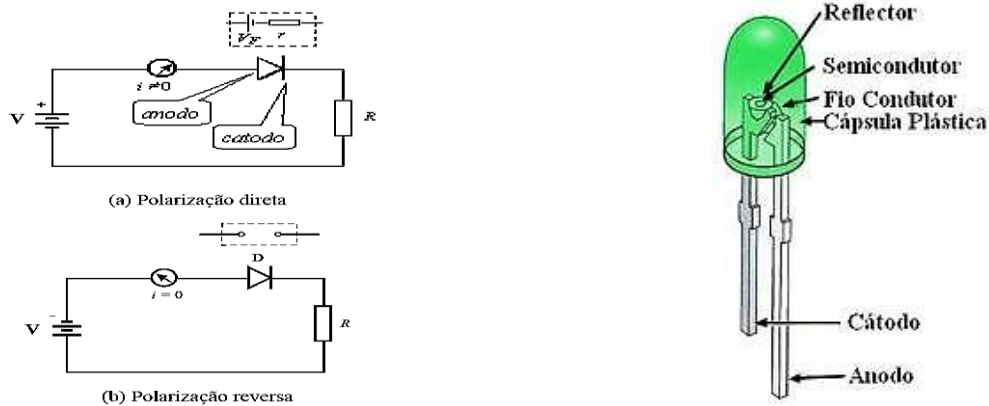


Figura 6: Polarização directa e reversa

Fonte: ELETRONICA (2014)

Figura 7:: Led convencional (cc – contra-cônico) e sua constituição

Fonte: ELETRONICA (2014)

São muitas as vantagens em se utilizar o LED, tais como:

1. Redução do consumo de energia eléctrica, por trabalharem com baixas potências e grande eficiência luminosa;
2. Ausência de metais pesados, o que o torna mais vantajoso por não possuir elementos tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana;
3. Maior durabilidade do que de todas as lâmpadas até então utilizadas, estimada em até 100.000 horas (se ligadas durante 12 horas/dia, duram cerca de 22 anos);
4. Baixo custo de manutenção;
5. Ambientalmente correto por seu ciclo de vida necessitar de menos energia e menos matéria-prima em todas as etapas, de fabricação, uso e descarte;
6. Não emite calor, o que proporciona redução no uso de ar-condicionado e lhe proporciona maior eficiência (converte mais de 80% da energia em luz);
7. Não emite raios IV e UV, o que os torna adequados para iluminação de obras de arte e não agride a pele;
8. Não atrai insectos;
9. Já existem LED's comercializáveis com elevado IRC, de até 90, o que aumenta ainda mais a variedade de aplicações desse tipo de lâmpada;
10. Com o uso de lentes seu fecho pode ser direccionado;
11. Possibilidade de dimerização;

12. Controle dinâmico de cores;
13. Resistente a vibrações e impactos;
14. O número de vezes e a frequência em que é ligado e desligado não altera sua vida útil
15. Acendimento imediato;
16. Flexibilidade de usos, formas, tamanhos e design;

No entanto existem algumas questões que devem ser observadas:

1. A falta de normas e padronização da fabricação dificulta o controle de qualidade das lâmpadas encontradas no mercado;
2. A falta de um padrão tributário para produtos de LED gera diferenças discrepantes no preço e confunde o consumidor final;
3. Ainda possui um preço elevado, em média R\$70,00 por lâmpada mas que tende a diminuir rapidamente e se equiparar ao das lâmpadas comuns;
4. São desconhecidos os efeitos da “poluição electromagnética” que emite;
5. Desconhecimento técnico e falta de disseminação de informação ao consumidor e a profissionais;
6. Índices de reprodução de cor duvidosos;



Figura 8:Tipos de lâmpadas LEDs

Fonte: Extraído de (SOBREILUMINAÇÃO, 2014)

## **5. Análise da eficiência energética, ambiental e económica entre lâmpadas de LED, Incandescente e fluorescente**

### **5.1. Aspectos Ambientais**

Segundo (AMAN et al., 2013), os consumidores normalmente adquirem as lâmpadas baseado nas características do seu consumo de potência (em Watts), ao invés de considerar o nível de iluminação (lux). Os principais pontos que são necessários saber são: lumens é uma medida

da quantidade de luz ou número total de linhas do fluxo luminoso emitido da fonte de luz; eficiência é uma medida de quantos lumens são emitidos para uma dada potência eléctrica de entrada, é medida em lumens por Watt ( $\text{lm.W}^{-1}$ ); e iluminação é uma medida do nível de claridade numa dada área.

As lâmpadas incandescentes têm comprovadamente menor eficiência quando comparadas aos demais tipos de lâmpadas existentes. A eficiência média das lâmpadas fluorescentes e das lâmpadas de LED é quase a mesma. Entretanto, estima-se que os tubos de LED tenham maior eficiência se comparados com as lâmpadas de LED. O uso de Mercúrio em lâmpadas fluorescentes é essencial para que elas funcionem correctamente, mas sua concentração não deve exceder os 5 mg por lâmpada (REY-RAAP & GALLARDO, 2012).

Já as lâmpadas incandescentes e as LED's não apresentam esta característica, embora certa quantidade de Mercúrio seja utilizada, o que pode representar um risco de contaminação ao ambiente, mesmo que não ocorra a liberação do elemento tóxico enquanto o vidro da lâmpada estiver intacto. Geralmente, o conteúdo de mercúrio varia entre 4 a 5 mg, quantidade que não causa danos directos à saúde humana. Porém, o fato do mercúrio ser cumulativo na cadeia trófica faz com que estes resíduos sejam problemáticos, em especial em situações em que ocorre a acumulação das lâmpadas fluorescentes quebradas. Nestes casos, o elemento liberado pode destruir a camada protectora de ozônio na atmosfera, contaminar corpos hídricos superficiais ou águas subterrâneas e acumular-se nos biomas, na biota, etc. (ENERGY STAR, 2010; USEPA, 2012).

O mercúrio pode afectar todos os grupos de organismos e Ecossistemas, incluindo microrganismos da água e solo e a fauna de uma maneira geral (WANG et al., 2012).

A presença desta substância no ambiente é um risco eminente à saúde humana, há relatos na literatura sobre casos de Alzheimer, Parkinson e mortalidade infantil relacionados à exposição à contaminação ambiental por mercúrio (WANG et al., 2012; BOSE-O'REILLY et al., 2010).

Actualmente, apenas 20% das lâmpadas fluorescentes podem ser recicladas, processo que é considerado muito oneroso (AMAN et al., 2013).

De acordo com DOE (2012), a lâmpada incandescente tem maior impacto ambiental comparado com as lâmpadas fluorescente e LED devido à baixa eficiência e a alta quantidade de energia requerida para produzir luz, o que aumenta as chances de desperdício de matéria no ambiente na forma de energia.

## **5.2. Aspectos económicos**

A demanda de electricidade está crescendo a um ritmo muito mais rápido do que a geração de energia primária. A solução para todas estas demandas reside em garantir a sustentabilidade da energia. Isto significa a harmonização dos objectivos económicos, ecológicos e sociais. Quando se trata de abastecimento de energia, os principais aspectos a considerar são o uso prudente de recursos finitos, evitar as emissões que causam danos ao ambiente e a segurança do abastecimento. A redução nos gastos com a conta de luz impacta directamente no orçamento doméstico. A electricidade consumida pela iluminação pode representar até 20% dos gastos de uma residência. Sabe-se ainda que a eficiência energética na iluminação é directamente ligada à eficiência do tipo de lâmpada empregada no projecto e a maneira com que é utilizada durante o dia. (REY-RAAP & GALLARDO, 2012)

Segundo (REY-RAAP & GALLARDO, 2012), diz que a conta de luz pesando cada vez mais nos bolsos dos consumidores, a troca de lâmpadas nas residências e na iluminação pública é uma acção que poderá ser priorizada por cada morador e pelos gestores públicos responsáveis pela iluminação dos logradouros. Caso um processo maciço de troca de lâmpadas eficientes ocorra em boa parte das residências e nas ruas dos municípios, a economia do consumo de electricidade, relacionada exclusivamente ao sector de iluminação, será bem expressiva.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGIAS**

Nesta parte da pesquisa, aborda-se a questão das metodologias, dos tipos de pesquisa e as técnicas e instrumentos de colecta de dados usadas na materialização do trabalho. Que na visão de FONSECA (2002) falar de “*methodos* significa organização, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação; ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica.”

### **3.1. Tipos de Pesquisa**

#### **3.1.1. Quanto à Abordagem**

A Pesquisa é Quantitativa, como esclarece FONSECA (2002: 20) “diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa.”

Optou-se pela Pesquisa Quantitativa porque depois da colecta de dados foram tratados os dados em números recorrendo expressões matemáticas para o desenvolvimento da pesquisa, também foram trabalhados os dados em tabelas e gráficos.

#### **3.1.2. Quanto à Natureza**

Usou-se a Pesquisa Aplicada, pois o objectivo é gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais. A pesquisa é aplicada, porque o conhecimento adquirido na cadeira de Electricidade foi aplicado de modo a solucionar os problemas relacionados ao estudo comparativo de lâmpadas (LED, Incandescente e Florescente) no caso de uma casa do tipo-1, Bairro Coalane II, Cidade de Quelimane.

#### **3.1.3. Quanto aos Objectivos**

Escolheu-se a pesquisa explicativa porque o objectivo é de explicar a tipologia de lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED, visando identificar os factores que determinam ou

contribuem para a ocorrência dos fenómenos para cada tipo de lâmpada. Além disso, aprofundar o conhecimento da realidade e explicar as razões, e os porquês das coisas.

Segundo (GIL, 1999), uma pesquisa explicativa visa explicar por que o fenómeno ocorre, quais os factores que o causam ou contribuem para sua ocorrência, ou qual é a explicação para a relação existente entre dois ou mais fenómenos.

#### **3.1.4. Quanto aos procedimentos**

A pesquisa é experimental porque foi feito uma comparação de lâmpadas Incandescentes, Florescentes e LED através de um experimento feito em uma casa do tipo-1 observando o processo de colecta dos dados, estabelecendo as diferenças entre elas.

Para Gil (2007), a pesquisa experimental consiste em determinar um objecto de estudo, seleccionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controlo e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto.

#### **3.1.5. Técnicas de Recolha de Dados**

A técnica usada na colecta de dados foi a Observação Participante e a Entrevista, porque foram submetidas questões (roteiro) aos vendedores da loja electro construções da cidade de Quelimane, em seguida fez-se uma Observação Participante em uma casa do tipo-1, onde o pesquisador realizou algumas experiências e anotações.

Conforme LAKATOS & MARCONI (2003) “a observação participante é o envolvimento directo que o investigador de campo tem com um grupo social que estuda dentro dos parâmetros das próprias normas do grupo. Pressupõe o envolvimento do investigador com a realidade investigada e inclui a participação nas actividades da comunidade investigada, como um dos seus membros.”

O tipo de entrevista usada é Entrevista Semi-Estruturada, porque organizou-se um conjunto de questões (roteiro) sobre o tema estudado, e ainda incentivou os entrevistados a falarem livremente sobre assuntos que surgiam como debate do tema principal.

### **3.2. Amostragem ou População**

Segundo LUDKE & ANDRÉ (2003:34) “o universo ou população é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum.” Nesta

pesquisa tem-se como população, aos vendedores de matérias electrónicos na loja electro construções da cidade de Quelimane, e como amostra os conjuntos de equipamentos usados durante o experimento, como a lâmpadas incandescente de 100w, fluorescente de 40w e LED de 15w, assim como uma fita métrica de 50m.

Já FALCÃO (2007:28) salienta que “amostragem Estratificada: é usada quando a população se apresenta dividida em grupos distintos. Nesta pesquisa foi usada a amostragem estratificada, de modo a garantir que todos tenham a mesma hipótese de participar na amostra.”

O critério que foi usado nesta amostragem é do tipo Amostragem Estratificada Intencional porque neste tipo de critério de selecção de amostragem precisou-se entrevistar os indivíduos com capacidade de fornecerem informações claras, ou seja aqueles que entendem serem os líderes pressupondo que esses têm a capacidade de influenciar toda a população estatística. Neste contexto trata-se de amostragem do tipo Estratificada porque foram entrevistados aos vendedores de matérias electrónicos, na loja electro construções na cidade de Quelimane.

### **3.3. Procedimentos Metodológicos**

- Revisão bibliográfica sobre o tema em estudo: nesta etapa, fez-se uma leitura de várias obras que abordam sobre assuntos relacionados ao tema em estudo antes de atingir outros procedimentos para facilitar a compreensão de que devia-se fazer para alcançar o objectivo geral;
- Realização de entrevista aos vendedores de matérias electrónicos, na loja electro construções na cidade de Quelimane para colecta de dados; nesta etapa, fez-se uma visita a loja electro construções na cidade de Quelimane, na qual o proponente apresentou-se à direcção responsável pela loja e vice-versa, explicou o objectivo da pesquisa, também foi nessa etapa em que foram submetidos um roteiro de questões aos 2 vendedores em representação dos outros;
- Para avaliar o local, foi necessário direccionar-se ao Secretário do Bairro Coalane II pedindo a autorização para fazer o estudo em uma casa do tipo-1; nesta etapa, fez-se uma observação do local na qual se pretendia fazer o estudo, e em seguida a consulta das respectivas lâmpadas conforme os preços já existente no mercado;
- Para efectuar o roteiro de experiencia foi necessário seguir os seguintes procedimentos;



- **Etapa-1:** nesta etapa, após ter-se registado o número existente no contador, primeiro colocou-se a lâmpada incandescente acesa de acordo com a potência registado pelo fabricante durante um período de 2 dias e por fim foi anotado o consumo da corrente eléctrica em kwh.
- **Etapa-2:** nesta etapa fez-se o experimento colocando a lâmpada fluorescente acesa tendo em vista a potência da lâmpada estimada pelo fabricante num período de tempo de 2 dias e por fim foi anotado o consumo da corrente eléctrica em kwh.
- **Etapa-3:** nesta etapa fez-se o experimento colocando a lâmpada LED acesa tendo em vista a potência da lâmpada estimada pelo fabricante num período de tempo de 2 dias e por fim foi anotado o consumo da corrente eléctrica em kwh.

## CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta etapa da pesquisa começou-se com a descrição geográfica do distrito de Quelimane, em seguida descreveu-se os resultados obtidos a partir do questionário e finalmente foi efetuado o experimento com as lâmpadas em uma casa do tipo-1.

### 4.1. Descrição da Região em Estudo

Quelimane é a maior cidade e capital da Província da Zambézia, em Moçambique. Está situada junto ao rio dos Bons Sinais, a cerca de 20 km do Oceano Índico. É limitada geograficamente pelo distrito de Nicoadala, a noroeste e Inhassunge a Sul. Dada esta localização geográfica, na zona costeira, a comercialização marítima e a pesca é uma das suas principais actividades económicas. Entre tanto foi tomado em conta como um ponto cardinal com as coordenadas geográficas no seguintes: Latitude ( $-17^{\circ} 52' 42'' S$ ) e Longitude ( $36^{\circ} 53' 17'' E$ ).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE)2019, afirmam que a cidade de Quelimane é administrativamente um município com um governo local eleito e também um distrito, que administra as competências do governo central. Numa área de 117 km<sup>2</sup>, a cidade tinha 150, 116 habitantes em 1997. A população tinha ascendido a 185.000 habitantes em 2003, e o censo de 2007 registou 193.343 habitantes, e actualmente o censo de 2019 registou uma média de 377.511 habitantes

Figura 9: Mapa da Cidade Municipal de Quelimane com Indicação do Local de Estudo assim como as coordenadas geográficas do Bairro Coalane II Latitude ( $17^{\circ} 52' 2.72'' S$ ) e Longitude ( $36^{\circ} 54' 36.77'' E$ ).



Fonte: Google earth (2021)

## 4.2. Caracterização do Trabalho do Campo e dos Sujeitos da Pesquisa

A colecta de dados se realizou num intervalo de tempo entre 26 de Junho a 1 de Julho de 2021, em uma casa do tipo-1 com a permissão do secretário do bairro, assim como na loja Electro Construções da Cidade de Quelimane, com a permissão do responsável da Loja, onde foram entrevistados 2 vendedores na qual responderam num período equivalente a 20 minutos.

Depois de se realizar a colecta de dados os resultados foram organizados e trabalhados em tabelas e gráficos com a aplicação do pacote Excel, conforme como se apresenta a seguir.

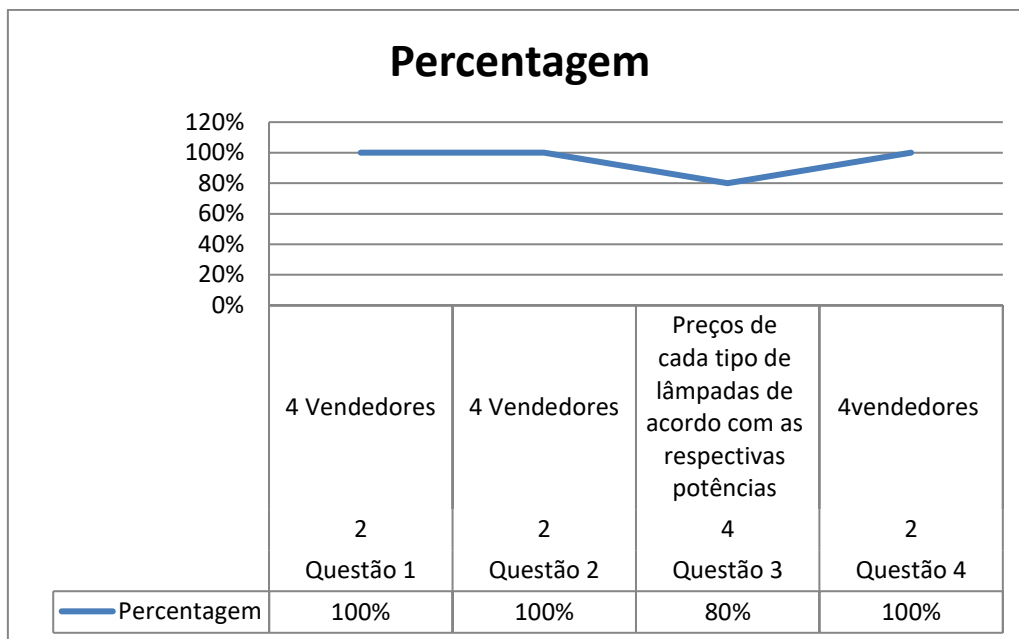
### 4.2.1.Respostas Obtidas a partir do Questionário Direcçãoado aos vendedores

A tabela a seguir apresenta um conjunto de questões submetidas aos vendedores de materiais eléctricos com as respectivas respostas em relação as lâmpadas.

Tabela 1: Apresentação do Questionário em Percentagem Dirigido aos vendedores

Questões	Nº de vendedores	Afirmação	Percentagem
Questão 1	2	4 Vendedores	100%
Questão 2	2	4vendedores	100%
Questão 3	4	Preços de cada tipo de lâmpadas de acordo com as respectivas potências	80%
Questão 4	2	4vendedores	100%

**Fonte:** Autor (2020)



Fonte: Autor (2021)

Gráfico 2: Respostas em Percentagem Obtidas a partir dos vendedores

De acordo com a tabela e o gráfico, das quatro (4) perguntas foram discutidos os resultados do questionário abaixo para cada uma das perguntas, porém a discussão começa das respostas dos vendedores, o olhar direccionado ao processo de venda das lâmpadas e a sua aderência do mesmo. Salientar que cada pergunta respondida, trazem argumentos de acordo com o objectivo da elaboração de cada questão a fim de encontrar a veracidade dos factos.

**Questão 1:** *Quais são os tipos de lâmpadas existentes?*

**LEDs** ☒ **Incandescentes** ☒ **Fluorescente** ☒

Pode-se observar através da tabela que 100% correspondentes a dois (2) vendedores entrevistados responderam que existem 4 vendedores na loja. O objectivo principal dessa questão era de saber os principais tipos de lâmpadas vendidas nesta loja, para facilitar o proponente na realização das estimativas das respectivas lâmpadas.

**Questão 2:** *Qual é a potência de cada tipo de lâmpada?*

Observa-se que 100% correspondentes a dois (2) vendedores entrevistados responderam da mesma forma que existem 4 vendedores na loja. Conforme a resposta, a potência de cada lâmpada varia: Para o grupo incandescente varia de (60w, 100w), o grupo de LED varia de (5w, 7w, 10w, 15w, 20w, 23w e no máximo 40w), e para o grupo de fluorescente varia de

(20w, 38w, 40w,). O essencial nesta questão era de ter em mente o número de potências vendidas na loja de acordo com o tipo de lâmpadas.

**Questão 3:** *Quais são os preços de cada tipo de lâmpadas de acordo com as suas respectivas potências?*

Nesta questão 80% correspondente a quatro (4) vendedores, afirmaram que os Preços variam de acordo com as potências, fluxo luminoso e a durabilidade do mesmo, assim como da sua importação e a diferença entre as lojas, para o grupo incandescente (60w e 100w-60mt), para o grupo LED (5w-75mt, 15w-120, 20w-125 a 130mt...) e para grupo fluorescente (18w-85mt, 38w-100mt, 40w-100mt...) , portanto, o objectivo primordial dessa questão era de avaliar os preços de cada tipo de lâmpadas existente na loja.

**Questão 4:** *Quais das lâmpadas tem mais aderência? Justifique?*

Observa-se que 100% correspondentes a dois (2) vendedores entrevistados responderam da mesma forma que existem 4 vendedores na loja. Afirmaram que as lâmpadas mais aderidas são as fluorescentes compactas de 40w e as LEDs de 15w devido ao seu baixo consumo e o seu fluxo luminoso, enquanto as lâmpadas incandescentes não são muito aderidas, mais algumas pessoas optam pela incandescente de 100w. O objectivo principal era de perceber a partir das ideias dos vendedores sobre o tipo de lâmpadas e as suas potências mais aderidas pelos clientes a fim de optar pelas mesmas para fazer o estudo comparativo.

#### **4.3. Dimensionamento do recinto**

Para a dimensão do recinto da casa do tipo-1, foi necessário interagir com o secretário do bairro assim como o morador da casa, na qual o proponente foi indicado para fazer o estudo. Com base nestas indicações realizou-se algumas medições necessárias referentes à casa do tipo-1, é simplesmente um dormitório e uma varanda. Os dados colectados nesta casa , mostram que o quarto possui 4.9 metros de comprimento por 3.2 de largura de , e uma altura entre o piso e o teto de 3.8 metros e entre o piso e a luminária de 2,6 metros de altura, sendo que o sistema de iluminação possui dois bocais de entrada de lâmpada, um bocal de fora e o outro de dentro, na qual foi usada para a obtenção dos dados.

Estão mostradas as imagens dentro do recinto da casa do tipo-1 do Bairro Coalane II, na cidade de Quelimane durante o tempo de levantamento de dados, assim como também a loja

na qual o proponente dirigiu-se para obter os levantamentos de dados das respectivas lâmpadas no apêndice da figura 13.

Figura 10: Imagem sobre as dimensões físicas da casa do tipo-1 do bairro Coalane II



Fonte: Autor (2021)

#### 4.4. Dados obtidos no consumo de energia eléctrica das lâmpadas (LED, Fluorescente e Incandescentes)

São apresentados os resultados experimentais abaixo do consumo de energia eléctricas obtidas no local da casa do tipo-1, a partir das lâmpadas (LED, Fluorescente e Incandescentes), indicando as datas do início e o término assim como as horas.

- Durante o roteiro de experiencia, foi colocada primeiro uma lâmpada Incandescente de potencia igual a 100w, acesa num intervalo de tempo de 2 dias que teve inicio no dia 29 de Junho de 2021 pelas 15h e 40min até no dia 1 de Julho de 2021 pelas 15h e 40min, na qual foi observada numa primeira fase o numero de kwh existente no contador que era de 17.15kwh, e no dia seguinte foi verificado um gasto de consumo de energia de 12.32kwh com uma diferença de 4.83kwh consumida durante 2 dias.
- Em segundo lugar foi colocada a lâmpada LED de potencia igual a 15w acesa num intervalo de tempo de 2 dias que teve inicio no dia 1 de Julho de 2021 pelas 16h e 17min até no dia 3 de Julho de 2021 pelas 16h e 17min, na qual foi verificado uma variação de consumo de energia eléctrica de 12.32kwh à 11.59kwh, e com um diferença de aproximadamente 0.73 kwh consumida durante 2 dias.

- E por fim foi colocada a lâmpada fluorescente de potência igual a 40w acesa num intervalo de tempo de 2 dias que teve início no dia 3 de Julho de 2021 pelas 16h e 30min até no dia 5 de Julho de 2021 pelas 16h e 30min, na qual foi verificado uma variação de consumo de energia eléctrica de 11.59kwh à 10.87kwh, e com uma diferença de aproximadamente 1.92kwh consumida durante 2 dias.

#### **4. 4.1. Cálculo do consumo de energia eléctrica no período do experimento das lâmpadas (LED, Fluorescente e Incandescentes)**

De acordo com FERREIRA (2014) Para o cálculo de energia eléctrica consumida pelas lâmpadas, é feito com base nos três aspectos principais a ter em conta: a potencia da lâmpada, o numero de horas que ela ficou ligada e a quantidade de dias, de modo que a energia eléctrica consumida seja calculada em quilowatt por hora (kwh). Logo a formula para calcular o consumo de energia eléctrica é:

$$E_{el} = P \times \Delta t \times n$$

Onde:

[ 1 ]

$E_{el}$ - Energia eléctrica consumida (kwh)

$P$ - Potencia (w)

$\Delta t$ - variação do tempo (h)

$n$ - n<sup>o</sup> de dias

Como os dados apresentado pelo fabricante das lâmpadas são calculadas em quilowatt por hora (kwh) e não em watt por hora (wh), foi necessário fazer a conversão de wh para kwh , e tendo em conta que cada quilowatt corresponde a 1000watts. Isto é:  $1kwh \Rightarrow 1000wh$

#### **Cálculo da energia eléctrica consumida pela lâmpada incandescente de 100w em um (1) dia e 2 dias**

$$E_{el} = P \times \Delta t \times n = 100w \times 24h \times 1 = 2400wh \quad E_{el} = 2.4kwh$$

De acordo com os cálculos apresentados acima, uma lâmpada incandescente de 100w consome a cada dia 2.4kwh durante 24h.

Para saber quantos Kwh foi consumida em 2 dias, foi levado o resultado da energia eléctrica consumida pela lâmpada em dia e multiplicou-se pelo número de dias, que corresponde no valor de 4.8Kwh, isto é:  $E_{el} = 4.8kwh$

O que significa que em 2 dias uma lâmpada incandescente consome 4.8Kwh durante 24h

**Cálculo da energia eléctrica consumida pela lâmpada LED de 15w em um (1) dia e dois (2) dias**

$$E_{el} = P \times \Delta t \times n = 15 \times 24 \times 1 = 360wh \quad E_{el} = 0.36kwh$$

De acordo com os cálculos apresentados acima, uma lâmpada LED de 15w consome a cada dia 0.36kwh durante 24h , e multiplicando por 2 foi obtido o resultado do consumo de energia em dois dia que corresponde no valor de 0.72Kwh, ou seja:  $E_{el} = 0.72kwh$

**Cálculo da energia eléctrica consumida pela lâmpada Fluorescente de 40w em um(1) e dois (2) dia**

$$E_{el} = P \times \Delta t \times n = 40w \times 24h \times 1 = 960Wh \quad E_{el} = 0.96kwh$$

De acordo com os cálculos apresentados acima, uma lâmpada Fluorescente de 40w consome a cada dia 0.96kwh durante 24h, e multiplicando por 2 foi obtido o resultado em 2 dias, que corresponde no valor de 1.92Kwh, ou seja  $E_{el} = 1.92kwh$ .

**4.4.2.Cálculo do consumo de energia eléctrica e valor tarifário a pagar por semana, mês e ano das lâmpadas (Incandescente, Fluorescente e LED)**

Segundo FERREIRA (2014), diz que o consumo diário de iluminação na instalação é de 24horas por dia e dessas 24horas estão no horário de pico ou de ponta, o horário de ponta ou de pico corresponde a hora total em que as lâmpadas funcionam no horário de ponta por (semana, mês e ano) e pode ser calculada a partir das formulas abaixo:

$$Total \text{ em ponta} = horas \times dias \times semana \quad [ 2 ]$$

$$Total \text{ em ponta} = horas \times dias \times mês \quad [ 3 ]$$

$$Total \text{ em ponta} = horas \times dias \times ano \quad [ 4 ]$$

$$Consumo \text{ Total} = Potência \text{ Total} \times Tempo \text{ de Ponta} \quad [ 5 ]$$

$$Custo \text{ de Energia} = Consumo \text{ Total} \times Consumo \text{ de Energia} \quad [ 6 ]$$



A metodologia utilizada para avaliar o consumo de energia, foi realizada através dos passos que serão detalhados adiante e pela ajuda da tabela tarifária de energia eléctrica da EDM.

Tabela 2: Tarifário de energia eléctrica em Moçambique

**Categoria tarifárias: social, Doméstica, Agrícola e Geral (Baixa tensão)**

Consumos Registados (kwh)	PREÇO DE VENDA POR CATEGORIA TARIFÁRIA				
	<b>Tarifa Social (MT/KWh)</b>	<b>Tarifa Doméstica (MT/KWh)</b>	<b>Tarifa Agrícola (MT/KWh)</b>	<b>Tarifa Geral (MT/KWh)</b>	<b>Taxa fixa(Mt)</b>
De 0 a 125	1.07				
De 0 a 300		6.63	4.08	10.30	257.97
De 301 a 500		9.39	5.81	14.71	257.97
Superior a 500		9.85	6.39	16.10	257.97
Pré-pagamento	1.07	8.44	5.65	14.75	

Fonte: EDM(2018)

Tendo em vista a tabela acima, o consumo registado se enquadra a tarifa doméstica da classe dos consumidores superiores a 500 kwh/mês, na qual a tarifa corresponde a 9.85Mt/KWh.

➤ **Lâmpada Incandescente (consumo por semana, mês e ano)**

A Partir das fórmulas 2, 3, 4, 4 e 6 acima demonstrado foi possível obter o consumo e o valor gasto de energia. O que significa dizer que em uma semana uma lâmpada incandescente de 100w consome 16.8KWh/semana e num valor a pagar de 165.48Mt/semana, isto é 164Mt e 48 centavos, e durante 1mês consome 74.4KWh/mês e um valor a pagar de 733 Mt/mês, e no caso de 1 ano consome 892.8 KWh/ano num valor a pagar de 8794.08 Mt/ano, isto é 8794Mt e aproximadamente 1 centavo. No apêndice mostram os cálculos.

➤ **Lâmpada Fluorescente (consumo por semana, mês e ano)**

Da mesma forma também a partir das fórmulas 2, 3, 4, 4 e 6 acima demonstrado foi possível obter o consumo e o valor gasto de energia. O que significa dizer que em uma semana uma lâmpada fluorescente de 40w consome 6.72KWh/semana e num valor a pagar de 66.192 Mt/semana, isto é 66Mt e 192 centavos, e durante 1mês consome 29.76KWh/mês

e um valor a pagar de 293.136 *Mt/mês*, que corresponde a 293Mt e 136 centavos e no caso de 1 ano consome 357.12KWh Num valor a pagar de 3518 *Mt/ano*. No apêndice mostra os cálculos passa a passo.

➤ **Lâmpada LED (consumo por semana, mês e ano)**

A Partir das fórmulas 2, 3, 4, 4 e 6 acima demonstrado foi possível também obter o consumo e o valor gasto de energia. O que significa dizer que em uma semana uma lâmpada LED de 15w consome 2.52KWh/semana e num valor a pagar de 25 *Mt/semana*, 1mês consome 11.16KWh/mês e um valor a pagar de 110 *Mt/mês*, e no caso de 1 ano consome 133.92KWh/ano num valor a pagar de 1319.112 *Mt/ano*, isto é 1319Mt e 112 centavos conforme é mostrado os cálculos no apêndice .

#### **4.4.3. Cálculos previstos de durabilidade das lâmpadas (Incandescente, fluorescente e LED)**

Para o cálculo de previsão da durabilidade das lâmpadas foi necessário observar a vida útil de cada lâmpada e o consumo anual e em seguida converter o resultado em mês e horas. Para tal foi necessário ainda lembrar dos principais conceitos a respeito da durabilidade, e os cálculos estequiométricos para assim obter os resultados. Abaixo mostram os detalhes de cada lâmpada.

Como já se sabe que um ano corresponde a 8928h, durante o funcionamento da lâmpada e cuja vida útil da lâmpada incandescente é de 1000h, foi feito a divisão, na qual se obtém no valor de 0.11 anos. Isto significa que 0.11 anos corresponde 9 dias a 1 mês e 14h e 38min e 24s, durante a vida útil da lâmpada, conforme são mostrado os cálculos na tabela 1 do apêndice.

Para a lâmpada fluorescente, também corresponde a 8928h, durante o seu funcionamento em 1 ano, e cuja vida útil é de 6000h, da mesma forma foi feito a divisão na qual se obtém no valor de 0.67 anos. Isto significa que a lâmpada fluorescente de 40w tem uma durabilidade de 0.67 anos na qual corresponde a 8 meses e 12 dias e 9h e 2160s, durante a sua vida útil diferentemente da lâmpada incandescente de 100w, como pode se ver os dados na tabela 1.

No caso da lâmpada LED de 15w possui uma vida útil maior de 25000h diferentemente da incandescente e fluorescente e também corresponde a 8928h, durante o seu funcionamento por ano, e foi feito também a divisão na qual obtém no valor de 2.8ano. Isto significa que tem

uma durabilidade de 2.8 anos, que corresponde a 2 anos e 33 meses e 18 dias e 14 horas e 24 min e 1440 segundos, na qual equivale aproximadamente a 3 anos, durante a sua vida útil, conforme é mostrado os cálculos no apêndice da tabela 7.

De acordo com os cálculos acima, significa que uma lâmpada LED de 15W tem uma durabilidade prevista no máximo de 1042 dias que corresponde aproximadamente a 3 anos.

#### 4. 5. Cálculos luminotécnicos das lâmpadas (LED, Incandescente e Fluorescente)

Segundo (OSRAM, 2011), Para a elaboração de projectos luminotécnicos são utilizados método de cálculo, sendo os mais usuais o método dos lúmens e o método ponto a ponto. Para a análise do estudo foi analisado a vida útil e eficiência luminosa, sendo submetida a uma pesquisa bibliográfica, ou seja, os dados de vida útil e eficiência luminosa foram retirados da literatura ou dos dados fornecidos pelos fabricantes, conforme pode-se verificar nas tabelas 8 do apêndice.

##### 4.5.1. Cálculo de Iluminamento ou Iluminância

De acordo com OSRAM (2011), a luz que uma lâmpada irradia, relacionada à superfície na qual incide, define uma nova grandeza luminotécnica, denominada de Iluminamento ou Iluminância, que pode ser determinado pela fórmula abaixo:

$$E = \frac{\phi}{A} \text{ lm/m}^2 \quad [1]$$

Onde:

E- Iluminamento ( lm/ m<sup>2</sup>) ou lux

Ø- Fluxo luminoso (lm)

A- Área projectada (m<sup>2</sup>)

Dados	Área do recinto	Lâmpada incandescente
$\phi = 1300 \text{ lm}$	$A = c \times l$	$E = \frac{\phi}{A} = \frac{1000 \text{ lm}}{16.38 \text{ m}^2} = 61 \text{ lm/m}^2 \quad C =$
$3.9 \text{ m}$	$A = 3.9 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$	Como $1 \text{ lm/m}^2 = \text{lux}$ , logo:
$l = 4.2 \text{ m}$	$A = 16.38 \text{ m}^2$	$E = 61 \text{ lux}$
$E = ?$		

Lâmpada fluorescente  $E = \frac{\phi}{A} = \frac{1400lm}{16.38m^2} = 86 \text{ lm/m}^2$  Como  $1 \text{ lm/m}^2 = \text{lux}$ , logo:  $E = 86\text{lux}$

Lâmpada LED  $E = \frac{\phi}{A} = \frac{1500lm}{16.38m^2} = 92 \text{ lm/m}^2$  Como  $1 \text{ lm/m}^2 = \text{lux}$ , logo  $E = 92\text{lux}$

De acordo com os cálculos acima foram obtidos os valores da área do recinto assim como do iluminamento das respectivas lâmpadas. Para a lâmpada incandescente com o fluxo luminoso de 1000lum foi obtido um valor de  $61 \text{ lm/m}^2$  que corresponde a 61 lux para o iluminamento do ambiente , e para a lâmpada fluorescente de 40w e 1400lum foi achado um o valor de  $86 \text{ lm/m}^2$  , Que corresponde a 86 lux para o iluminamento do ambiente. Enquanto a lâmpada LED de 15w e 1500lum foi achado o valor de  $92 \text{ lm/m}^2$  que corresponde a 92 lux para iluminar o ambiente de acordo como mostram os cálculos acima.

Tendo em vista a estes aspectos mostra que uma lâmpada incandescente de 100w com o fluxo luminoso de 1000lum tem uma capacidade menor de iluminar o ambiente em relação a lâmpada fluorescente de 40w, já para a lâmpada LED de 15w , possui um iluminamento maior em relação a incandescente e a fluorescente.

#### 4.6.Cálculo das eficiências luminosas das lâmpadas

Segundo as perspectivas de (OSRAM, 2016 & CREDER, 2004). A eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso e a potência eléctrica de uma lâmpada, ou seja, a quantidade de lumens gerados por watt absorvidos e é dada pela equação abaixo.

$$E = \frac{\phi}{P} \text{ lm/w} \quad [ 2 ]$$

*Lâmpada Incandescente*  $E = \frac{\phi}{P} = \frac{1000lm}{100W} = 10 \text{ lm/W}$

*Lâmpada Fluorescente*  $E = \frac{\phi}{P} = \frac{1400lm}{40W} = 35 \text{ lm/W}$

*Lâmpada LED*  $E = \frac{\phi}{P} = \frac{1500lm}{15W} = 100 \text{ lm/W}$

##### 4.6.1.Cálculo do índice do recinto

De acordo com (CREDER, 2007 & PHILIPS, 2010), o cálculo do índice do local que leva em conta as dimensões do local e a quantidade de luz reflectida por paredes e teto é determinado por meio da equação abaixo:

$$K = \frac{C \times L}{H \times (C + L)} \quad [ 3 ]$$

Em que:

C = comprimento do local, considerando formato rectangular (m);

L = largura do local (m);

H = altura de montagem das luminárias (m).

De acordo com a equação 3 dada acima foi obtido o valor do índice do recinto pelos seguintes cálculos abaixo:

$$K = \frac{C \times L}{H \times (C + L)} = \frac{3.9 \times 4.2}{2.6 \times (3.9 + 4.2)} = \frac{16.38m^2}{2.6 \times 8.1} = \frac{16.38m^2}{21.1m^2} = 0.81 \quad K = 0.81$$

De acordo como o valor obtido foi verificado que, o índice do local (K) pertence ao tipo de luminária da classe A1, conforme mostrado na tabela 3, tabela padrão da eficiência do recinto.

#### **4.6.2. Especificação das refletâncias**

Segundo OSRAM(2011), a correcta previsão das refletâncias do recinto a ser iluminado é de extrema importância para o cálculo luminotécnico. Ao se estabelecer os valores da refletâncias, deve-se conhecer o ambiente a ser iluminado ou fazer uma previsão de como o mesmo será decorado. As Refletâncias são indicadas por três algarismos, correspondendo a teto-parede-piso.

Os valores de refletâncias desejados são informados pelo usuário na janela do catalogo predefinidos pelos fabricantes. Logo neste caso foi utilizado os seguintes valores de acordo com o indice do local encontrado: Teto 80%, parede 50%, piso 30%.

#### **4.6.3. Especificação do tipo de luminária**

Segundo OSRAM(2011), o tipo de luminária utilizada define o tipo de iluminação (direta ou indireta) e determina a Curva de Distribuição Luminosa da luminária utilizada. Esta informação é determinada no cadastro de acordo com o tipo de luminária e pode ser verificada na janela distribuída pelo catálogo. Como as lâmpadas pertence a classe A, então o tipo de luminaria é directa ou (A<sub>1</sub> directa).

#### 4.6.4. Especificação da eficiência do recinto

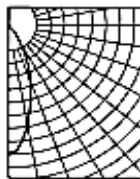
Segundo OSRAM(2011), a eficiência do recinto é determinada através de uma tabela padrão utilizando os valores do Índice do recinto, das refletâncias e o tipo de luminária.

Neste caso, como tais informações já foram obtidas, temos que a eficiência do recinto será:  
 $\eta_r = 0.64$

Tabela 4: Especificação da eficiência do recinto a partir do índice do recinto, refletância e o tipo de luminária

Tabela 3: Tabela padrão da eficiência do recinto

Luminária	Refletâncias								
	Teto $\rho_1$		0,8		0,5		0,8		
	Parede $\rho_2$	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3
	Piso $\rho_3$			0,3					0,
Índice do Recinto	K								
A 1	0,6	0,60	0,55	0,54	0,60	0,55	0,61	0,56	0,78
	0,8	0,69	0,64	0,64	0,70	0,65	0,70	0,65	0,87
	1	0,75	0,70	0,70	0,76	0,71	0,77	0,71	0,93
	1,25	0,81	0,76	0,75	0,82	0,77	0,83	0,78	0,97
	1,5	0,84	0,79	0,79	0,86	0,81	0,87	0,82	0,99
	2	0,89	0,85	0,84	0,91	0,86	0,93	0,88	1,02
	2,5	0,92	0,88	0,87	0,94	0,90	0,97	0,92	1,04
	3	0,94	0,91	0,90	0,97	0,93	1,00	0,95	1,05



Fonte: NBR- 5413(1992)

#### 4.6.5. Especificação da eficiência da luminária

De acordo com OSRAM(2011), a eficiência da luminária corresponde a eficiência luminosa da peça que será utilizada, sendo um critério importante de economia de energia e decisivo para os cálculos luminotécnicos. É a relação entre o fluxo luminoso da luminária e o fluxo luminoso total de cada lâmpada. O valor da eficiência da luminária desejado será informada pelo catalogo do tipo de luminaria das lâmpadas. Logo de acordo com a tabela 10 do apêndice a eficiência aproximada de luminária é do tipo luminárias abertas com lâmpadas nuas, que corresponde a 0.9.  $\eta_l = 0.9$

#### 4.7. Determinação do coeficiente de utilização ou factor de utilização

Segundo OSRAM (2011), factor de utilização ou coeficiente é o factor que indica a eficiência luminosa do conjunto lâmpada, luminária e recinto, e é determinada pela equação abaixo:

$$\mu = \eta_r \times \eta_l \quad [ 4 ]$$

Onde:  $\mu = 0.64 \times 0.9$

$\mu$ - Coeficiente de utilização  $\mu = 0.576$

$\eta_r$ - Eficiência do recinto

$\eta_l$ - Eficiência da luminária

#### 4.7.1.Obtenção do factor de depreciação ou de manutenção

De acordo com OSRAM(2011), factor de depreciação ou de manutenção relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma. Este parâmetro é necessário pois com o tempo de uso, se reduz o Fluxo Luminoso da lâmpada devido ao desgaste, quanto ao acúmulo de poeira na luminária, resultando em uma diminuição da iluminância.

Por isso, quanto o cálculo do número de luminárias, estabelece-se um Factor de Manutenção o qual, elevando o número previsto de luminárias, evita-se que, com o desgaste, o nível de Iluminância atinja valores abaixo do mínimo recomendado. Logo de acordo com a tabela 14 indicada pelo catálogo da luminária, o tipo de ambiente na qual foi implementada a luminária é médio, que corresponda ao valor de 0.8.  **$F_d = 0.8$**

#### 4.7.2.Determinação do fluxo luminoso total

De acordo com a área do recinto, o nível de iluminamento, o coeficiente de utilização e o factor de manutenção determinados foi possível calcular o fluxo luminoso total, dada pela equação abaixo:

$$\Phi = \frac{A \times E}{\mu \times F_d} \quad [ 5 ]$$

Onde:

E= iluminamento médio (lux);

S = C x L – área do local (m<sup>2</sup>);

$\mu$ = Coeficiente de Utilização;

$F_d$  = Factor de Depreciação

Com ajuda da fórmula acima foi necessário obter o fluxo luminoso total de cada luminária fazendo as substituições dos respectivos valores já encontradas, tendo em conta a área do ambiente, o iluminamento, coeficiente de utilização e factor de depreciação. Para lâmpada incandescente foi obtido um valor de 2168lum e para a lâmpada fluorescente 3057lum e para a lâmpada LED 3270 lum.

Segundo OSRAM (2011), os níveis de iluminâncias recomendáveis para interiores são apresentadas pela NBR- 5413, em que os valores são fornecidos para observadores com idade entre 40 e 55 anos, praticando tarefas que demandam velocidade e precisão media, de acordo com a tabela 6 do apêndice.

Como a descrição de actividade na qual foi estudada foi de residência (cômodos gerais), em que o nível de iluminamento recomendado corresponde a 150lux conforme pode se ver na tabela 12 do apêndice, logo foi efectuando os cálculos para obter o fluxo luminoso total do ambiente usando a equação 5:

$$\phi = \frac{A \times E}{\mu \times F_d} = \frac{16.38 \times 150}{0.576 \times 0.8} \frac{2457}{0.4608} \quad \phi = 5332lm$$

Tendo em vista os cálculos apresentados acima, recomenda-se um nível de iluminameto do fluxo total de 5332lm dentro do recinto.

#### 4.7.3.Obtenção do número de luminárias necessárias de cada lâmpada

A partir do fluxo luminoso total calculado, foi determinado o número de luminárias necessárias para obter tal fluxo. O número de luminárias foi determinado pela fórmula abaixo:

$$\eta_l = \frac{\Phi}{\phi} \quad [6]$$

Onde:

$\eta_l$ = número de luminárias;



$\Phi$  = fluxo luminoso total, em lumens;

$\phi$  = fluxo luminoso de cada luminária, em lumens;

Tendo em vista a equação 6 foi calculada o número de luminária fazendo a substituição do fluxo luminoso total, pelo fluxo luminoso de cada luminária, significa que a lâmpada incandescente de 100w será necessário de 5 luminárias para iluminar o ambiente, ao passo que a lâmpada fluorescente de 40 w fazendo a substituição será necessário de 4 luminárias para o ambiente enquanto a LED de 15w será necessário de 3 luminárias para uma boa eficiência.

#### 4.8. Análise económica

Segundo Silva (2014:70) O valor economizado é determinado pela equação abaixo:

$$\text{Valor economizado} = E_{el} \times T \quad [ 7 ]$$

Onde:

$E_{el}$  é a energia eléctrica consumida pela lâmpada durante 1 ano

$T$  é a tarifa em (Mt/KWh)

##### 4.8.1. Período de retorno simples

O período de retorno (PRS) mede o prazo necessário para recuperar o investimento realizado, resultante da relação entre o investimento inicial em eficiência energética e as economias obtidas a cada ano Silva (2014:80) e é dada pela equação

$$PRS = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Economia por ano}} = (\text{em anos}) \quad [ 8 ]$$

Segundo Silva (2014:80), Como o retorno sobre investimento se trata de uma relação, ao se dividir um valor por outro valor o resultado não possuirá uma medida específica. Porém, quando se multiplica o valor por cem, passamos considerar essa medida em percentual.

Como o denominado “ganho obtido” pode variar entre um número positivo e um número negativo, o intervalo esperado de um retorno de investimento será algo entre -100% até infinito. Um resultado positivo, como ROI =100%, significa que os retornos superaram os custos e o investimento é considerado um lucrativo. Já um resultado negativo, como ROI = -

100%, significa que os custos superam os retornos e o investimento é visto como uma perda líquida.

De acordo com Silva (2014:80), O cálculo do ROI é inicialmente subtraído o ganho obtido com o investimento pelo próprio valor investido, e, em seguida, divide-se esse resultado por esse mesmo valor de investimento. Com isso, a fórmula fica da seguinte maneira:

$$ROS = \frac{\text{Valor economizado} - \text{Valor investido}}{\text{Valor investido}} \times 100\% \quad [9]$$

Tabela 4: Análise de custos e retorno do investimento

<b>Valor da energia eléctrica kWh - EDM (MT/KWh)</b>	9.85
**obs: lâmpada LED (LED), lâmpada incandescente (LI) e lâmpada fluorescente compacta (LFC)	

<b>1ª Etapa</b>				
<b>Materiais: preço, potência e vida útil</b>	<b>LED</b>	<b>LI</b>	<b>LFC</b>	<b>Fita métrica(50m)</b>
Investimento - preço de cada lâmpada (Mt)	120	60	100	1450
Potência (W)	15	100	40	
Vida útil (horas)	25000	1000	6000	
Quantidade	1	1	1	1
Custo total (Mt)	1730			

<b>2ª Etapa</b>			
<b>Gasto anual no consumo de energia</b>	<b>LED</b>	<b>LI</b>	<b>LFC</b>
Gasto de energia em kW	0.015	0.1	0,04
Horas de utilização dia (h)	24	24	24
Gasto anual em ( <b>KWh/ano</b> )	133.92	892.8	357.12
Gasto anual em (MT/KWh)	<b>1319.112</b>	<b>8794.1</b>	<b>3518</b>

Fonte: Autor(2021)

### Período de retorno simples (lâmpada incandescente)

$$PRS = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Economia por ano}} = \frac{1730}{8794.1} \quad PRS = 0.2 \text{ anos}$$

Convertendo teremos:

$$PRS = 2 \text{ meses e } 12 \text{ dias e } 9 \text{ hora e } 36 \text{ min e } 2160 \text{ s}$$

Tendo em vista ao resultado acima o valor de 0.2 anos, corresponde a 2 meses e 12 dias e 9 horas e 36 minutos e 2160 segundos na qual corresponde a previsão do retorno do investimento.

### Retorno de Investimento percentual

$$ROS = \frac{\text{Valor economizado} - \text{Valor investido}}{\text{Valor investido}} \times 100\%$$

$$ROS = \frac{8794.1 - 1730}{1730} \times 100\% = \frac{7064.1}{1730} \times 100\% = 4.1 \times 100\%$$

$$ROS = 410\%$$

Isso significa que o retorno sobre o investimento foi de 4.1 vezes o valor aplicado inicialmente, que em percentagem corresponde a 410% dentro do tempo de retorno simples. , como ROI = 410%, significa que os retornos superaram os custos e o investimento é considerado um lucrativo.

### Período de retorno simples (lâmpada LED)

$$PRS = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Economia por ano}} = \frac{1730}{1319.112} \quad PRS = 1.3 \text{ anos}$$

Convertendo:

$$PRS = 1 \text{ ano e } 15 \text{ meses e } 18 \text{ dias e } 14 \text{ hora e } 24 \text{ min e } 1440 \text{ s}$$

Tendo em vista ao resultado acima o valor de 1.3 anos, corresponde a 1 ano e 15 meses e 18 dias e 14 horas e 24 minutos e 1440 segundos que pode se aproximar a 2 anos na qual corresponde a previsão do retorno do investimento.

### Retorno de Investimento percentual

$$ROS = \frac{\text{Valor economizado} - \text{Valor investido}}{\text{Valor investido}} \times 100\% = \frac{1319.112 - 1730}{1730} \times 100\%$$

$$ROS = \frac{-410.8}{1730} \times 100\% \quad ROS = -0.23 \times 100\%$$

Isso significa que o retorno sobre o investimento foi de -0.23 vezes o valor aplicado inicialmente, que em percentagem corresponde a **-23%** dentro do tempo de retorno simples. Como ROI = **-23%**, significa que os custos superam os retornos e o investimento é visto como uma perda líquida.

### Período de retorno simples (lâmpada fluorescente)

$$PRS = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Economia por ano}} = \frac{1730}{3518} \quad PRS = 0.5 \text{anos}$$

Convertendo: **PRS = 6meses**

Para a lâmpada fluorescente o valor de 0.5 corresponde a 6 meses, na qual corresponde o seu tempo de retorno para o investimento.

### Retorno de Investimento percentual

$$ROS = \frac{\text{Valor economizado} - \text{Valor investido}}{\text{Valor investido}} \times 100\% = \frac{3518 - 1730}{1730} \times 100\%$$

$$ROS = \frac{1788}{1730} \times 100\% = 1.03 \times 100\% \quad ROS = 103\%$$

Isso significa que o retorno sobre o investimento será de 1.03 vezes o valor aplicado inicialmente, que em percentagem corresponde a 103% dentro do tempo de retorno simples., como ROI = 103%, significa que os retornos superaram os custos e o investimento é considerado um lucrativo.

## 4.9. Análise da viabilidade econômica das lâmpadas (incandescente, Fluorescente e LED)

De acordo com os resultados já obtidos acima mostram que uma lâmpada incandescente de 100w durante o seu período de retorno há mais gastos de 4.1 vezes maior do que o valor na qual foi investido que corresponde a 410% do valor, logo existe mais desvantagens, ou seja o

gasto é maior. A lâmpada fluorescente de 40w durante o seu período de retorno para o investimento há mais gasto de 1.03 vezes maior do que o valor inicial investido que corresponde a 103% do valor, o que pode ser considerado uma perda diferentemente da lâmpada incandescente.

Para a lâmpada LED de 15w durante o seu período de retorno para o investimento há menos gastos, ou seja existe mais vantagem de retorno para o investimento do que a lâmpada incandescente e fluorescente de -0.23 vezes menor do que o valor inicial investido que corresponde a -23% do valor, o que pode ser considerado como uma perda líquida do valor investido, ou seja é mais econômica em relação às outras.

#### **4.9.1. Resultado da Viabilidade Económica durante a vida útil da lâmpada LED**

A partir dos dados dos fabricantes, do custo de aquisição de cada lâmpada e do custo da energia foi possível montar uma (tabela) que possibilita ver a economia e o retorno do investimento feito ao substituir as lâmpadas incandescente e fluorescente por lâmpada LED. A primeira etapa da tabela 6 consta o custo de aquisição de cada lâmpada (adquiridas no comércio local), a potência e a vida útil.

Na segunda etapa da tabela 6 consta o gasto anual de energia através do tempo de uso, o consumo e o custo da energia 9.85 (Mt/KWh). Para o cálculo do tempo de uso considerou-se uma utilização de 24 horas por dia durante 31 dias e 12 meses (8928 horas). A partir deste resultado foi possível determinar o gasto anual de cada uma: com a lâmpada LED foi de 1319.112Mt a incandescente foi de 8794.1Mt e a fluorescente 3518Mt. Com estes valores foi possível verificar a redução do custo de energia que o sistema LED proporciona que é de 90% comparado a LI e 10% com a LFC.

Com o gasto anual foi possível determinar a economia anual fazendo subtração dos gastos entre as lâmpadas incandescente, fluorescente e a lâmpada LED e obtendo a sua percentagem: com a lâmpada incandescente seria de 7475Mt (um ganho já de 332%) e a LFC de 2199Mt (com um ganho de 27%). Na terceira etapa considerou-se os custos com substituição e consumo de energia durante a vida útil da tecnologia LED (25 mil horas). Foi realizado um cálculo para determinar a durabilidade desta, levando em conta o tempo de uso anual, o valor encontrado foi de 3 anos conforme mostram os cálculos no apêndice da tabela 7.

A economia de energia durante estes 3 anos é impressionante pois com a lâmpada incandescente foi de 22425Mt e a lâmpada fluorescente de 6597Mt. Já os gastos com

substituição (seguindo a mesma sequência): 1500Mt e 417Mt, ou seja, 25 unidades de incandescente e 4 unidades de LFC.

Somando a economia anual juntamente com a amortização anual das substituições e tendo o custo de aquisição da lâmpada LED foi calculado o tempo de retorno do investimento. A incandescente vai ser em 1 ano e 1 mês e a fluorescente em 2 anos e 2 meses.

Tabela 5:Economia anual no consumo de energia

<b>3ª Etapa</b>	
<b>Economia anual no consumo de energia</b>	
<b>LI</b>	<b>LFC</b>
Economia em Mt (gasto. LI- gasto. LED)	Economia em Mt (gasto. LFC- gasto.LED)
7475	2199

Tabela 6:Análise de Custos e Retorno do Investimento

<b>Economia e tempo de retorno durante a vida útil da lâmpada LED</b>	<b>LI</b>	<b>LFC</b>
Economia de energia durante a vida útil da lâmpada LED ×3 anos (Mt)	22425	6597
Tempo de retorno originado da economia da energia (investimento inicial/economia de energia anual) (anos)	0.02≈7dias	0.05≈19dias
Economia com substituição durante vida útil da LED (vida útil LED x preço lâmp. comum/vida útil lâmp. comum) (Mt)	1500	417
Quantidade de lâmpadas substituídas durante a vida útil da LED ≈ (un.) vida útil LED/ vida útil lamp. Comum	25	4
Economia feita anualmente com substituição (gasto com substituição/ vida útil anos lâmp. LED)Mt	500	139
Tempo de retorno pelo consumo de energia + custo de Manutenção + gasto inicial lâmp. LED/ gastos energia + subst.) (anos)	1.06	2.17
Tempo de retorno ≈ (anos/meses)	1 Ano e 1 mês	2 Anos e 2 Meses

## CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1. Conclusões

Na pesquisa utilizou-se três tipos de lâmpadas especificadas como similares pelo fabricante no que diz respeito ao fluxo luminoso. A primeira etapa foi composta pela pesquisa bibliográfica para expor a funcionalidade, características e componentes de cada tipo de lâmpada. A segunda etapa testes em uma casa do tipo-1 para estudo comparativo de características físicas, eficiência e custo entre as três peças para comprovar ou não a possibilidade de substituição de uma lâmpada por outra, conforme afirmação do fabricante. E a terceira e última etapa a análise económica. Entre tanto concluiu-se que as lâmpadas fluorescentes compactas de 40w substituem uma lâmpada incandescente de 100 W, porém com consumo em torno de 357.12 kWh durante um ano, considerando os mesmos padrões, bastante económico quando comparada a incandescente.

Lâmpada de LED equivalente a 100 W da incandescente e a 40 W da fluorescente necessitam apenas de 15 Watts para emitir luz, reflectindo num gasto bem menor que as demais, cerca de 133.92 kWh durante um ano. A lâmpada incandescente tem uma diferença considerável na qual é informado pelo fabricante no que diz respeito: fluxo luminoso e eficiência luminosa, do que a lâmpada fluorescente e LED, através dos cálculos notou-se que a LED tem mais eficiência luminosa de todas as lâmpadas conforme pode se notar na tabela de apêndice 2.

O retorno do investimento na nova tecnologia em substituição da LFC só se dá em dois anos e dois meses, isso devido ao alto custo de aquisição em condições em que a lâmpada siga o tempo informado na embalagem de 6 mil horas. . Com estes valores foi possível verificar a redução do custo de energia que o sistema LED proporciona que é de 90% comparado a LI e 10% com a LFC.

Com o gasto anual foi possível determinar a economia anual fazendo subtracção dos gastos entre as lâmpadas incandescente, fluorescente e a lâmpada LED e obtendo a sua percentagem: com a lâmpada incandescente seria de 7475Mt (um ganho já de 332%) e a LFC de 2199Mt (com um ganho de 27%). Com isso verifica-se que a lâmpada LED é a mais económica comparativamente a Incandescente e a LFC.

## 5.2. Sugestões

Como recomendações para complementar este trabalho sugere-se as seguintes actividades:

- Sempre que possível, utilizar luz natural; Preferir cores claras nas paredes e tectos;
- Manter as lâmpadas limpas, bem como as respectivas protecções ou ornamentos.
- Permite maior luminosidade, sem aumentar o consumo energético;
- Substituir lâmpadas incandescentes pelas de baixo consumo. Para um nível idêntico de iluminação, poupam até 80% de energia e duram 8 vezes mais;
- Adaptar a iluminação às necessidades do espaço e dar preferência à iluminação localizada. Além das poupanças no consumo, promove ambientes mais confortáveis;
- Colocar reguladores de intensidade luminosa electrónicos;
- Usar lâmpadas tubulares fluorescentes em locais com necessidade de luz por muitas horas, como por exemplo, na cozinha;
- Na garagem, devem-se escolher as lâmpadas adequadas a ambientes frios ou para exterior. Nos escritórios, quartos e cozinhas, deve-se optar por lâmpadas de invólucro duplo;
- Se a lâmpada estiver num local de difícil acesso, é preferível uma lâmpada de longa duração.
- É necessário haver a redução dos custos de fabricação (através de incentivos do governo), popularização e normas que assegurassem qualidade nos equipamentos de iluminação.
- Usar as lâmpadas LEDs, por serem eficientes e económicas, e menos poluentes ao ambiente



### 5.3.Referencias Bibliográficas

AMAN, M.M.; JASMON, G.B.; MOKHLIS, H.; BAKAR, A.H.A. (2013) *Analysis of the performance of domestic lighting lamps. Energy Policy*, v. 52, p. 482-500.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ISO 8995-1. 2012. Rio de Janeiro*, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5413: *norma brasileira de luminância de interiores*. 1992.

BARDELIN, Cesar Endrigo Alves. *Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica*. 2004.

BASTOS, Felipe C. *Análise da Política de Banimento de Lâmpadas Incandescentes do Mercado Brasileiro*. 2011. *Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro*, 2011.

BOWERS, B. *Historical review of artificial light sources*. 1980. 127-133p. *IEEE Proceedings*., 1980.

BRAGA, F. S. et al. *Análise comparativa da eficiência energética e qualidade da energia em lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LEDs*. 2014.

CHAVES, Patricia W. *Iluminação natural em escritórios. O uso do painel prismático em aberturas laterais*. 2012. 182p.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. *Manual de Iluminação Pública*. 2012.

COSTA, Daniel O. *Estudo e Determinação das Características de Lâmpadas de Diferentes Tipos*. 2010. 97p. *Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho. Braga*, 2010.

CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC*, 2004.

EDM, *Plano Estratégico da EDM*. 2010

EDM. *Estratégica da EDM 2018-2028. Electricidade de Moçambique. Maputo*, 2018.

EDM. *Relatório anual de estatística – 2013*. *Electricidade de Moçambique. Maputo*, 2013.

ELETRÔNICA SANTANA. *Lâmpada Fluorescente Compacta Espiral Elgin*. Disponível em: <<https://www.eletronicasantana.com.br/lampada-fluorescentecompacta-espiral-20w-110v-48les20wb003-elgin/p>>. Acesso em: 06 julho . 2021.

ENERGY STAR. (2010) *Information on Compact Fluorescent Light Bulbs (CFLs) and Mercury*. Energy Star Program: U.S. Department of Energy. Disponível em: [http://www.energystar.gov/ia/partners/promotions/change\\_light/downloads/Fact\\_Sheet\\_Mercury.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/promotions/change_light/downloads/Fact_Sheet_Mercury.pdf) Acesso em: 01 ago. 2021.

FALCÃO, PEDRO HENRIQUE DE BARROS. *Pesquisa qualitativa em educação: da construção do objeto à análise*. IN: GOLDEFARB, 2007

FERREIRA, A. R. *Iluminação do estado sólido, economia potencial de energia eléctrica para o país*. 2014.

FONSECA, João J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FREITAS, Paula C. F. D. *Luminotécnica e Lâmpadas Elétricas*. 2009. 60p. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009.

FUNAE. *Fundo Nacional de Energia*. [on-line]. Maputo, 2017. Disponível em: <<http://www.funae.co.mz/index.php/pt/documentos/sobre-funae-docs>>. Acesso em: 03 Agosto de 2021.

GIL, Antonio C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HARRIS, Jack B. *Electric lamps, past and present*. 1993. 161-170p.

KAWASAKI, J. I. *Métodos de cálculo luminotécnico*. Revista: O Setor Elétrico, ed. 74, p. 36-42, 2012.

LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Mariana de André, *Fundamentos de metodologia Científica*, 5ª edição, São Paulo, Editora Atlas, 2003.

LIMA, Valquíria A. D. A. *Estudo comparativo entre lâmpadas com LED de alta potência e lâmpada comuns, considerando a viabilidade econômica*. 2013.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

LUZ, Paulo C. V. *Sistema Eletrônico Isolado com Elevado Factor de Potência e Reduzidas Capacitâncias Para Alimentação de LEDs Aplicado à Iluminação Pública*. 2013.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

MEM -*Ministério de Energia de Moçambique*-2018

MONTEIRO, Raul et al. *Iluminação*. O Setor Elétrico, n. 98, 2014.

MUSEU DA LÂMPADA. *Museu da Lâmpada*, 2016. Disponível em: <http://www.museudalampada.com/>. Acesso em: 24 Junho 2021.

NBR 5413 – *Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro, 1992.

OSRAM *Lâmpadas fluorescentes compactam*. Disponível em: <http://goo.gl/3w4rwv>. Acesso em: 24 Junho 2021.

REY-RAAP, N. & GALLARDO, A.(2012) *Determination of mercury distribution inside spent compact fluorescent lamps by atomic absorption spectrometry*. *Waste Management*, v. 32, p. 944-948.

SALVETTI, Alfredo Roque. *A História da Luz*. Editora Universidade Federal Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande, 2008

SCHUBERT, E. Fred. *Light-Emitting Diodes*. Cambridge. New York. 2006.

SILVA, Clodoaldo. *Correção do Fator de Potência* – apostila. Fev, 2006.

WHITAKER, Tim. *Strategies in Light Europe focuses on LED lighting and market transformation LEDs Magazine*.2011

Zomers, A.N; Dagbjartsson, G;*The Challenge of Rural Electrification; CIGRÉ's Strategy and Organizational Approach; On Behalf of Study Committee C6; May 2007.*

## APÊNDICES

### **Apresentação dos cálculos de consumo de energia eléctrica e valor tarifário das lâmpadas Incandescente, Fluorescente e LED (consumo por semana, mês e ano)**

1<sup>o</sup> Passo: números de horas semanais do consumo

$$T. em\ ponta = h \times dias \times semanas \quad T. em\ ponta = 24 \times 7 \times 1 = 168\ h/semana$$

2<sup>o</sup> Passo: Consumo semanal da lâmpada

$$Consumo\ Total = Potência\ Total \times Tempo\ de\ Ponta = 100W \times 168\ h/semana$$

$$Consumo\ Total = 16800\ Wh/semana = 16.8KWh/semana$$

3<sup>o</sup> Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por semana

$$\begin{aligned} Custo\ de\ Energia\ na\ semana &= Consumo\ T. na\ semana \times Consumo\ de\ Energia \\ 16.8KWh/semana \times 9.85Mt/KWh &= 165.48\ Mt/semana \end{aligned}$$

Durante uma semana terá um valor a pagar de 165.48 Mt/semana

### **Consumo por mês**

1<sup>o</sup> Passo: números de horas por mês do consumo

$$T. em\ ponta = h \times dias \times mes = 24 \times 31 \times 1 \quad T. em\ ponta = 744\ h/mes$$

2<sup>o</sup> Passo: Consumo mensal da lâmpada

$$Consumo\ Total = Potência\ Total \times Tempo\ de\ Ponta = 100W \times 744\ h/mês$$

$$Consumo\ Total = 74400\ Wh/mês = 74.4KWh/mês$$

3<sup>o</sup> Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por mês

$$Custo\ de\ Energia\ no\ mês = Consumo\ T. no\ mês \times Consumo\ de\ Energia$$

$$Custo\ de\ Energia\ no\ mês = 74.4KWh/mês \times 9.85Mt/KWh = 732.84\ Mt/mês$$

$$Custo\ de\ Energia\ no\ mês \approx 733\ Mt/mês$$

Logo isto significa que durante 1 mês terá um valor a pagar de 732 meticais e 84centavos que é aproximadamente a 733mt por mês.

**Consumo anual**

$$T.ponta = h \times dias \times mês = 24 \times 31 \times 12 \text{ T.em ponta} = 8928 \text{ h/ano}$$

*Consumo de 1 lâmpada em 1 ano(KWh)*

$$= \text{Número de horas acesas} \times \text{potência da lâmpada}(W)$$

$$= 8928 \text{ h/ano} \times 100W = 892800Wh$$

$$\text{Consumo de 1 lâmpada incandescente em 1 ano}(KWh) = 892.8 \text{ KWh/ano}$$

**Custo de Energia no ano**

$$\text{Custo de Energia no ano} = \text{Consumo T.no ano} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia no ano} = 892.8 \text{ KWh/ano} \times 9.85 \text{ Mt/KWh} = 8794.08 \text{ Mt/ano}$$

Durante um ano uma lâmpada incandescente de 100W, tem um custo de energia de 8794Mt e 1 centavo.

**Lâmpada fluorescente (consumo por semana)**

1º Passo: Consumo semanal da lâmpada

$$\text{Consumo Total} = \text{Potência Total} \times \text{Tempo de Ponta} = 40W \times 168 \text{ h/semana}$$

$$\text{Consumo Total} = 6720 \text{ Wh/semana} = 6.72 \text{ KWh/semana}$$

2º Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por semana

$$\text{Custo de Energia na semana} = \text{Consumo T.na semana} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia na semana} = 6.72 \text{ KWh/semana} \times 9.85 \text{ Mt/KWh} =$$

$$66.192 \text{ Mt/semana}$$

Durante uma semana terá um valor a pagar de 66mt e aproximadamente a 2 centavos

**Consumo por mês**

1º Passo: Consumo mensal da lâmpada

$$\text{Consumo Total} = \text{Potência Total} \times \text{Tempo de Ponta} = 40W \times 744 \text{ h/mês}$$

$$\text{Consumo Total} = 29760 \text{ Wh/mês} = 29.76 \text{ KWh/mês}$$

2º Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por mês

$$\text{Custo de Energia no mês} = \text{Consumo T.no mês} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia no mês} = 29.76 \text{KWh/mês} \times 9.85 \text{Mt/KWh} = 293.136 \text{ Mt/mês}$$

Logo isto significa que durante 1 mês terá um valor a pagar de 293 meticais e 136 centavos.

### **Consumo no ano**

$$\begin{aligned} \text{Consumo de 1 lâmpada fluorescente em 1 ano(KWh)} \\ &= \text{Número de horas acesas} \times \text{potência da lâmpada(W)} \\ &= 8928 \text{ h/ano} \times 40 \text{W} = 357120 \text{Wh} \end{aligned}$$

$$\text{Consumo de 1 lâmpada fluorescente em 1 ano(KWh)} = 357.12 \text{KWh}$$

### **Custo de Energia no ano**

$$\text{Custo de Energia no ano} = \text{Consumo T.no ano} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia no ano} = 357.12 \text{ KWh/ano} \times 9.85 \text{Mt/KWh} = 3517.632 \text{ Mt/ano}$$

$$\text{Custo de Energia no ano} \approx 3518 \text{ Mt/ano}$$

Durante um ano uma lâmpada fluorescente de 40W, tem um custo de energia de 3517Mt e 632 centavos que é aproximadamente a 3518mt.

### **Lâmpada LED (consumo por semana)**

1º Passo: Consumo semanal da lâmpada

$$\text{Consumo Total} = \text{Potência Total} \times \text{Tempo de Ponta} = 15 \text{W} \times 168 \text{ h/semana}$$

$$\text{Consumo Total} = 2.52 \text{KWh/semana}$$

2º Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por semana

$$\text{ConCusto de Energia na semana} = \text{sumo T.na semana} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia na semana} = 2.52 \text{KWh/semana} \times 9.85 \text{Mt/KWh} = 25 \text{ Mt/semana}$$

Durante uma semana terá um valor a pagar de 24mt e 822centavos que é aproximadamente a 25mt.

### Consumo por mês

1º Passo: Consumo mensal da lâmpada

$$\text{Consumo Total} = \text{Potência Total} \times \text{Tempo de Ponta} = 15W \times 744 h/mês = 11.16KWh/mês$$

3º Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por mês

$$\text{Custo de Energia no mês} = \text{Consumo T.no mês} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia no mês} = 11.16KWh/mês \times 9.85Mt/KWh = 109.926 Mt/mês$$

Logo isto significa que durante 1 mês terá um valor a pagar de 109 meticais e 926 centavos que é aproximadamente a 110 mt por mês.

### Cálculo de consumo em 1 ano

1º Passo: Consumo anual da lâmpada

$$\begin{aligned} \text{Consumo Total} &= \text{Potência Total} \times \text{Tempo de Ponta} = 15W \times 8928 h/ano \\ &= 133.92KWh/ano \end{aligned}$$

3º Passo: Cálculo de valor de ponta ou custo de Energia por ano

$$\text{Custo de Energia no ano} = \text{Consumo T.no ano} \times \text{Consumo de Energia}$$

$$\text{Custo de Energia no ano} = 133.92KWh/ano \times 9.85Mt/KWh = 1319.112 Mt/ano$$

Logo isto significa que durante 1 ano terá um valor a pagar de 1319 meticais e 112 centavo

Tabela 7: Vida útil das lâmpadas (LED , Incandescente e Fluorescentes)

Vida útil das lâmpadas	
<b>Cálculo: vida útil da lâmpada LED</b>	
Vida útil lâmpada LED (h)	25000
Utilização por ano (24 horas por dia x 12 meses x 31 dias) (h)	8928

Vida útil da lâmpada LED (25000/8928) (anos)	2.8≈ 3 anos
<b>Cálculo: vida útil da lâmpada Incandescente</b>	
Vida útil lâmpada Incandescente (h)	1000h
Utilização por ano (24 horas por dia x 12 meses x 31 dias) (h)	8928
Vida útil da lâmpada Incandescente (1000/8928) (anos)	0,11anos = 1mês e 9dias e 14h e 38 min e 24s
<b>Cálculo: vida útil da lâmpada Fluorescente</b>	
Vida útil lâmpada Fluorescente (h)	6000
Utilização por ano (24 horas por dia x 12 meses x 31 dias) (h)	8928
Vida útil da lâmpada Fluorescente (6000/8928) (anos)	0.67anos = 8meses e 12dias e 9h e 36 min e 2160s

Tabela 8:dados obtidos do fabricante das lâmpadas

Lâmpadas	Marcas mais vendidas	Área de aplicação	Vida útil media (h)	Potência nominal (w)	Fluxo luminoso médio (lm)	Eficiência energética (lm/w)
Incandescente	OSRAM	Uso geral	1000	100	1000	10
Fluorescente	CATANOR	Uso geral	6000	40	1400	35
LED	AIFYONS	Uso geral	25000	15	1500	100



Lâmpadas	Base	Classificação Energética	Temperatura (K)	Índice de reprodução de cor (IRC)	Voltagem (V)	Modelo	Frequência (Hz)	Factor de potência
Incandescente	E 27	Classe A	2700	100(Luz amarela)	230	A55	50	0.6
Fluorescente	E 27	Classe A	6400	85(Luz branca)	220-240	B22	50/60	$\geq 0.7$
LED	E 27	Classe A	6500	80 (Luz branca fria)	170-240	A60	50/60	$\geq 0.9$

Fonte: Autor (2021)

Tabela 9:Quantidade de lâmpadas utilizadas no ano

<b>Cálculo: Quantidade de lâmpadas Incandescente usadas em 1 ano</b>	
Vida útil lâmpada Incandescente (h)	1000
Utilização por ano (24 horas por dia x 12 meses x 31 dias) (h)	8928
Quantidades de lâmpada Incandescente (8928/1000)	9
<b>Cálculo: Quantidade de lâmpadas Fluorescente usadas em 1 ano</b>	
Vida útil lâmpada Fluorescente (h)	6000
Utilização por ano (24 horas por dia x 12 meses x 31 dias) (h)	8928
Quantidades da lâmpada Fluorescente (8928/6000)	1.5 $\approx$ 2

Fonte: NBR- 5413(1992)

Tabela 10:Eficiência aproximada de luminária

Luminárias abertas com lâmpadas nuas	0.9
Luminária com reflector ou embutidas abertas	0.7
Luminárias com reflector e lamelas de alta eficiência	0.7
Luminárias com reflector ou embutidas com lamelas	0.6

Tabela 11:Factor de manutenção

Ambiente	Limpo	Médio	Sujo
Factor de manutenção ou de utilização	0.9	0.8	0.6

Fonte: NBR- 5413(1992)

Tabela 12:Alguns níveis de iluminâncias recomendáveis para interiores

Descrição de actividade	Em (lx)
Depósitos	200
Garagem	150
Residências (cômodos gerais)	150
Sala de leitura (biblioteca)	500
Sala de aula (escolas)	300
Escritórios	500
Lojas	1000
Restaurantes	150
Lavandarias	200
Laboratório	500
Padarias(sala de preparação)	200

Fonte: NBR- 5413(1992)

Tabela 13:Consumo de energia em Moçambique

Pais	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Moçambique (bilhões/Kwh)	10,16	10,18	10,19	10,19	10,19	11,28	12	11,57	11,57	11,57

Fonte; Electricidade de Moçambique (EDM) 1 de Janeiro de 2021

Figura 11: Imagem sobre a casa do tipo-1 do bairro Coalane II, na Cidade de Quelimane



Fonte: Autor (2020)

Figura 12: Imagem sobre as lâmpadas utilizadas dentro do recinto da casa do tipo-1



Fonte: Autor (2021))

Figura 13: Imagens obtidas da loja



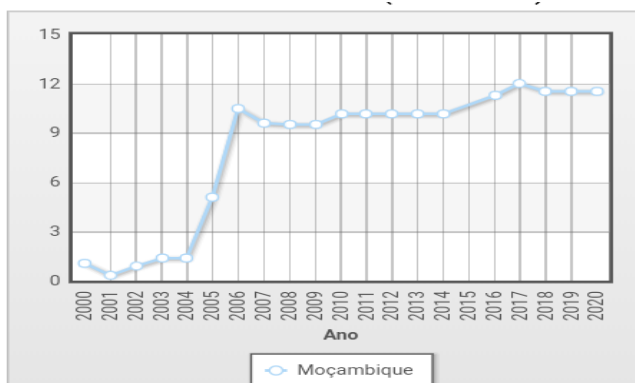
Fonte: Autor (2021))

Tabela 14: Factor de manutenção

Ambiente	Limpo	Médio	Sujo
Factor de manutenção ou de utilização	0.9	0.8	0.6

Fonte: NBR- 5413(1992)

Figura 14: Electricidade de Moçambique consumo em (bilhões/Kwh)



Fonte; Electricidade de Moçambique (EDM) 1 de Janeiro de 20

## ANEXOS