



**FACULDADE DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**Título:**

**ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE, NO BAIRRO DE BOQUISSO,  
PROVÍNCIA DE MAPUTO**

**AUTOR:**

Davuca, Euclides Paulo

**SUPERVISOR:**

Engº Hélder Nhambe (UEM)  
Engº Momade Nassurdin (EDM)

**Maputo, Julho de 2022**



**FACULDADE DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**Título:**

**ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE, NO BAIRRO DE BOQUISSO,  
PROVÍNCIA DE MAPUTO**

**AUTOR:**

Davuca, Euclides Paulo

**SUPERVISORES:**

Engº Hélder Nhambe (UEM)

Engº Momade Nassurdin (EDM)

**Maputo, Julho de 2022**



ELECTRICIDADE  
DE MOÇAMBIQUE, E.P.

## Área de Serviço ao Cliente da Machava

A

UEM – Faculdade de Engenharia

Contacto: 21 475315

Local: Av. de Moç. Km1,5, C. Postal 257 Maputo

Nossa Referência:

05/ASC-Machava /2022

No. De Páginas: 1+1

Vossa Referência:

FE-004/2022

Data:

18-04-2022

Contacto:

Nassurdin Momade

[nassurdin.momad@edm.co.mz](mailto:nassurdin.momad@edm.co.mz)

Telefone: +258 84 6061227

**Assunto: Solicitação da vaga de Estágio - Profissional – Euclides Paulo Davuca**

Exmos. Senhores,

Em resposta a carta exarada por V.Exia, na qual solicitam na EDM-A.S.C-Machava, uma vaga para estágio profissional para estudante, **Euclides Paulo Davuca** informamos que:

O vosso pedido foi aceite, devendo-se proceder com o processo de seguro, e dos equipamentos de HST (**Uniforme azul, Capacete, Botas, Luvas e Óculos de protecção**), e apresentar-se na EDM-DEMAN-ASC-Machava, onde irá cumprir com o estágio num período de 3 meses contáveis a partir da data da sua apresentação no local de estágio.

Atenciosamente,

  
ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE  
Directora Regional da Província de Maputo  
Secretaria da Área de Serviço ao Cliente  
Directora





UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Curso de Engenharia Eléctrica

**TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTAGIO PROFISSIONAL**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELPCPL07	Data:	07/03/2022
---------------------	--------------	-------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província de Maputo.

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

**2.1 Introdução**

O uso de energia eléctrica nos dias de hoje faz parte do nosso cotediano, tornou-se impossível viver sem a energia eléctrica, a vida e o desenvolvimento do ser humano esta relacionada ao consumo de energia eléctrica. Para que o ser humano continue a viver e a desenvolver é necessário garantir que a energia eléctrica chegue em boa qualidade nas residencias, empresas e fabricas.

O fornecimento de energia eléctrica no território moçambicano, infelizmente ainda não cobre 100% dos bairros existentes no país, e a província de Maputo tem muitos desses bairros ainda sem uma rede de energia eléctrica disponível. Com a recente crescente na população da cidade de Maputo, novos bairros surgiram e muitos deles ainda sem o fornecimento de energia eléctrica, tal como é o caso do bairro de Boquisso na província de Maputo, em que algumas partes do bairro ainda se encontram desprovidas de correntes eléctrica, daí que surge uma necessidade de se expandir a rede de energia eléctrica e para isso é necessário que se faça um estudo de engenharia com vista a apurar a possível potência que o bairro necessita, sendo assim, é necessário que o transformador de potência que será instalado no bairro seja adequado com as necessidades de potência que o bairro precisa. Então, com este projecto pretende-se expandir a rede eléctrica no bairro de Boquisso, Província de Maputo, que irá fornecer energia eléctrica para as residências do mesmo bairro, tomando em consideração as necessidades atuais do bairro e garantir que mesmo que o bairro sofra um aumento de demanda por potência, este transformador possa ter alguma folga para suprir pelo menos nos seus primeiros anos de funcionamento neste bairro.

## **2.2 Formulação do problema**

Visto que no bairro de Boquisso ainda é um bairro em expansão, a energia eléctrica não chega para todos habitantes do bairro, a população tem dificuldades em conservar os seus alimentos, e de noites tem ocorrido assaltos por falta de iluminação pública, o bairro também tem escassez de projectos grandes por falta de energia eléctrica. O sinónimo da presença de energia eléctrica reflecte na facilidade de termos informação, na segurança na via, e no crescimento no que tange na evolução.

## **2.3 Justificativa**

O tema foi escolhido como resultado das reclamações dos moradores do Bairro de Boquisso em Mukhatine, que já há muitos anos pedem pela electrificação do Bairro, com a electrificação do Bairro poderão conservar os produtos fresco por um longo período e vão acompanhar todas notícias pela Televisão, o bairro também estará previsto para futuras infraestruturas. A EDM irá ter um incremento na facturação por ligar novos consumidores e muitos outros serviços que dependem de energia estarão disponível para a população.

## **2.4 Objectivo geral**

Electrificar a zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Provincia de Maputo.

### **2.4.1 Objectivo específico**

- Fazer levantamento da carga
- Dimensionar a rede da média tensão
- Especificar o material usado
- Dimensionar a rede da baixa tensão
- Dimensionar a potencia necessaria para os transformadores
- Descrever a estrutura do poste de transformação
- Apresentar o esquema de electrificação no Mukhatine

## **2.5 Metodologia**

Para a materialização deste projecto, ter-se-á como base uma pesquisa de levantamento de campo, que terá como fonte de coleta de dados as residências, e as futuras infraestruturas do bairro em expansão, como também módulos didáticos de máquinas eléctricas, instalações de transporte de distribuição de energia eléctrica, para a realização do projecto.

Mukhatine, Bairro Boquisso, Provincia de Maputo

#### 4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM		
Co-Supervisor	Eng° Helder Nhambe	<i>Helder Fom. Nhambe</i> 03.05.22
Da Instituição	Eng° Nassurdim Momade	<i>Nassurdim Momade</i>

Maputo, 03 de Maio de 2022

O estudante

*Euclides Paulo Davuca*  
(Euclides Paulo Davuca)

O Director do Curso

*Zefanias Jose Mabote*  
(Eng° Zefanias Mabote)  
06-05-2022

O Chefe da Comissão Científica

*Jose Nelson Guambe*  
(Mestre José Nelson Guambe, Eng.)

09/05/22

Plano de actividades

Trabalho de Estágio Profissional

Tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província de Maputo

Referência: 2022ELEPPL07

Data: 07/03/2022

Semana	Data Prevista	Data de encontro	Hora	Assunto
1	03/05/22	03/05/22	14:00	Termo de atribuição de tema de estágio profissional
2	16/05/22		18:00	Revisão bibliográfica
3	21/06/22		18:00	Resultados, análise e discussão
4	01/07/22		18:00	Organização do trabalho
Supervisor: Engº Helder Nhambe		Assinatura: <u>Helder Fran. Nhambe 04.05.22</u>		
Estudante: Euclides Paulo Davuca		Assinatura: <u>Euclides Paulo Davuca</u>		

Observações:

Data:

03/05/2022

Nome do estudante:

Euclides Paulo Davuca

(Euclides Paulo Davuca)

## PLANO DE ACTIVIDADES

Trabalho de \_\_\_\_\_

**Tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província de Maputo**

**Referência: 2022ELEPPL07**

**Data: 07/03/2022**

<b>Semana</b>	<b>Data Prevista</b>	<b>Data de encontro</b>	<b>Hora</b>	<b>Assunto</b>
1	03/05/22	03/05/22	14:00	Termo de atribuição de tema de estágio profissional
2	16/05/22	01/06/22	18:00	Revisão bibliográfica
3	21/06/22	28/06/22	18:00	Resultados, análise e discussão
4	01/07/22	07/07/22	11:00	Organização do trabalho
<b>Supervisor: Eng° Hélder Nhambe</b>			<b>Assinatura:</b>	
<b>Estudante: Euclides Paulo Davuca</b>			<b>Assinatura:</b>	

**Observações:**

**Data:**

08/07/2022

Nome do estudante:

\_\_\_\_\_  
(Euclides Paulo Davuca)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província de Maputo

<b>1. Resumo</b>					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (Clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
<b>Secção 1 subtotal (max: 5)</b>					

<b>2. Organização (estrutura) e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<b>Secção 2 subtotal (max: 45)</b>	
------------------------------------	--

<b>3. Argumentação</b>										
3. 1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 30)</b>										

<b>4. Apresentação e estilo da escrita</b>					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
<b>Secção 4 subtotal (max: 20)</b>					

<b>Total de pontos (max: 100)</b>	
---------------------------------------	--

<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE**

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província de Maputo

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
<b>Atitude geral</b> (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
<b>Dedicação e comprometimento</b> (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
<b>Independência</b> (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
<b>Iniciativa</b> (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
<b>Flexibilidade</b> (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5
<b>Sensibilidade</b> (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
<b>Criatividade</b> (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
<b>Total de pontos (max: 35)</b>					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)



**FACULDADE DE ENGENHARIA**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL**

Declaro que o estudante Euclides Paulo Davuca entregou no dia \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ as \_\_\_  
cópias do relatório do seu Estágio Profissional com referência: 2022ELEPPL07.

Intitulado: **Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província  
de Maputo**

Maputo, aos 08 de Julho de 2022

A chefe da Secretária

---

(dra. Arlete Cuco Chiconela)



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**Declaração de Honra**

Eu, Euclides Paulo Davuca, declaro que este Relatório de Estágio Profissional nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau ou num âmbito e que ela constitui o resultado do meu labor individual.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

(Euclides Paulo Davuca)



## **Dedicatória**

É sabido que uma semente para poder germinar é necessário rega-la e também tudo o que um sonho precisa para ser realizado é necessário que alguém acredite que ele possa ser realizado, com isso, quero dedicar este trabalho a todos que acreditaram em mim na minha trajetória, que eu podia realiza-lo, especialmente a minha mãe Ilda Benjamin Cossa Davuca que deu me muita força e ensinamentos para me tornar no que sou, dedico ao meu pai Paulo Cipriano Davuca pelos conselhos sábios e apoio financeiro ao longo de toda trajetória. Dedico também a todos meus colegas e amigos pelo suporte e a paciência pelo moral dado. Agradeço do fundo do meu coração.

## **Agradecimento**

'Pessoas felizes não tem tudo que sonham, mas sabem agradecer por tudo que recebem', quero de forma especial endereçar o meu agradecimento a Deus que tem me concebido saúde, sabedoria e força que tem proporcionado dia após dia para combater diversos obstáculos que a vida coloca.

A família em especial aos meus pais pela força e encorajamento durante o percurso da formação que sempre acreditaram no seu filho, souberam que sou capaz mostrando que nunca posso deixar de realizar algo que quero não importa o nível de dificuldade se o resultado nos agrada, sempre tenho que estar firme e seguir em frente em busca dos meus objectivos.

Ao Eng° Hélder Nhambe por ter aceitado ser o meu supervisor neste projecto e pela disponibilidade e paciência que sempre teve.

A todos docentes do DEEL que têm contribuído para minha formação em especial ao curso de Engenharia Eléctrica que de maneira sabia puderam fazer chegar com maior sensibilidade os seus conhecimentos científicos que foram bastante importantes para a realização desde projecto.

## **Resumo**

Nos dias de hoje com a evolução do mundo torna-se impossível viver sem electricidade, se o mundo evoluiu foi graças a electricidade que tem feito um papel muito importante para a sociedade, mas não é toda parte da sociedade que é beneficiada dessa energia, o presente trabalho trata de um projecto para electrificar a zona de Mukhatine, no bairro de Bouquisso, província de Maputo, foi feita uma pesquisa de levantamento de campo onde obtemos total de residências são 175 e 2 mercearias, a carga total para 177 consumidores e a iluminação pública é de 101.129kW. Com base na carga escolheu-se transformador de 250kVA. Fez-se o dimensionamento da linha da baixa tensão para electrificar as residências do bairro, com a distribuição em circuito aberto. A linha da baixa tensão será constituída por um cabo torçado com uma secção de  $95mm^2$ , por 33 postes de 9m, pinças de amarração e suspensão. A linha da média tensão será constituída por um condutor Squirrel com uma secção de  $25mm^2$ , por 9 postes de 12.52m, isoladores de porcelana, e nos ângulos é usado cadeia de suspensão de amarração. Depois do dimensionamento das linhas fez-se desenhos das redes eléctricas que ilustram de como serão feitas as instalações. O material orçado para a realização do projecto é 2 097 325,00MT e a mão-de-obra 1 132 554,5MT.

Palavra-chave: Electrificação rural, Dimensionamento do PT, Dimensionamento das Redes BT e MT

# Índice

Dedicatória .....	i
Agradecimento .....	ii
Resumo .....	iii
Capitulo I.....	1
1.1. Introdução .....	1
1.2. Formulação do problema .....	1
1.3. Justificativa.....	2
1.4. Objectivo geral .....	2
1.4.1.Objectivo específico .....	2
1.5. Metodologia .....	2
1.6. Local de Realização .....	2
1.7. Estrutura do Relatório.....	3
Capitulo II .....	4
2.1. Revisão bibliográfica.....	4
2.1.1. Transformador .....	4
2.2. Componentes do transformador de potência.....	6
2.1.2. Parte Activa.....	6
2.3. Posto de Transformação .....	9
2.1.3. Estrutura do posto de transformação assente em Base de Alvenaria (TIPO M2).....	10
2.4.Dimensionamento do cabo de Baixa Tensão entre o Transformador e o quadro de Baixa Tensão.....	14
2.1.4. Disjuntor de Baixa Tensão.....	14
2.5. Terra de Serviço.....	16
2.1.5.Terra de Protecção.....	16
2.6.Característica de montagem do Posto de Transformação.....	17
2.7.Linha de Média Tensão (MT).....	18
2.1.7.Cabos Condutores .....	19
2.8.Linha da Baixa Tensão (BT).....	22
2.1.8.Distâncias mínimas dos condutores ao solo.....	23
Capitulo III .....	25
3.1.Dimensionamento do transformador .....	25
3.1.1.Natureza da carga .....	25
3.2.Análise da carga de consumidores individuais .....	25
3.3.Levantamento da carga actual do sistema.....	26

3.1.3.Primeiro consumidor.....	26
3.1.1.3.Segundo Consumidor.....	27
3.1.1.1.2.Terceiro consumidor .....	28
3.3.Cálculo de Verificação da carga .....	29
3.4.Características das cargas Eléctricas.....	30
3.5.Algoritmo de cálculo.....	31
3.1.5.Cálculo da potência do bairro habitacional ( <i>PB</i> ).....	34
3.6.Calculo das potências a instalar no bairro .....	34
3.1.6.Dados.....	34
3.7.Cálculo da potência total da escola.....	36
3.7.Cálculo da potência da mercearia.....	37
3.8.Determinação da potência do transformador .....	37
3.1.8.Cálculo da potência das casas do tipo 1 .....	37
3.9.Cálculo da potência do bairro .....	38
3.1.9.Cálculo da potência aparente do bairro habitacional.....	38
3.10.Dimensionamento do cabo alimentador do quadro geral de baixa tensão	39
3.11.Dimensionamento da Linha de Baixa Tensão .....	39
3.1.11.Saída 1.....	39
3.1.1.1.11.Saída 2.....	40
3.12.Dimensionamento da linha de média tensão.....	43
3.1.12.Tensão económica de transmissão .....	43
3.1.1.1.1.1.12.Ponto de tomada da média tensão.....	48
Capítulo IV.....	49
4.1.Memória Descritiva e Justificação .....	49
4.1.1.Generalidade.....	49
4.2.Alimentação .....	49
4.3.Posto de Transformação Aéreo .....	49
4.4.Pórtico .....	49
4.5.Espiamento .....	49
4.6.Barramento de Média Tensão .....	50
4.7.Transformador de Potência .....	50
4.8.Base de Alvenaria.....	51
4.9.Quadro de Baixa-Tensão .....	51
4.10.Redes de BT .....	51
4.11.Redes MT .....	51
4.12.Orçamento.....	52

4.1.12.Mão de obra .....	53
Capitulo V .....	54
5. Conclusão .....	54
6. Recomendações.....	54
7. Referências bibliográficas.....	55

## **Lista de abreviaturas**

PT- Posto de transformação

TR- Transformador

MT- Média tensão

BT- Baixa tensão

APC- Alto poder de corte

EDM- Electricidade de Moçambique

## Lista de Símbolos

kW- kilo watts

kA- kilo ampére

$I_n$ - Corrente normal

$I_{2n}$ - Corrente secundária nominal

$U_{2n}$ - Tensão nominal de fases

V – Volt

m – Metros

mm – Milímetros

kVA- Kilo volt ampére

h – Altura

$P_L$ - Potência ligada

U – Tensão

$\Delta U$ - Perda de tensão

Al – Alumínio

kV- Kilo volt

kWh- Kilo watt horas

$E_{Total}$ - Energia

$D_{Media\ 15-minutos}$  – Demanda media em cada 15 minutos

$VA/m^2$ - Volt ampére por metro quadrado

$m^2$ - Metro quadrado

$\alpha_h$ - Factor de utilização

$K_u$ - Factor de utilização

$g_1$ - Factor de simultaneidade das casas

$g_2$ - Factor de simultaneidade das instituições públicas

$A_T$ - Área total

$S_{itug}$ - Potência aparente de iluminação e tomada de uso geral

$S_T$ - Potência aparente total

$S_{coz}$ - Potência aparente da cozinha

$S_{aq}$  - Potência aparente de aquecimento

$S_{clim}$  - Potência aparente de climatização

$P_{ip}$  - Potência aparente da iluminação pública

$P_{lampada}$  - Potência da lampada

$P_{esc}$  - Potência da escola

$P_{mer}$  - Potência da mercearia

$P_{hh}$  - Potência ligada das casas

$P_{hp}$  - Potência das instituições públicas

$P_B$  - Potência do bairro habitacional

$S_B$  - Potência aparente do bairro habitacional

$K_{scadm}$  - Coeficiente de sobre carga admissível

$S'_B$  - Potência aparente de sobre carga admissível

$T_X$  - Taxa de crescimento do bairro por ano

$P_{illum}$  - Potência de iluminação

$P_{tom}$  - Potência de tomadas

$P_{Total}$  - Potência total

$P_{hhT}$  - Potência ligada total das casas

A – Ampére

$P_{l1}$  - Potência da primeira saída do TR

$P_{l2}$  - Potência da segunda saída do TR

$I_{max}$  - Corrente da capacidade máxima

$\beta$  - Factor de redução

$\gamma$  - Factor de correção

I - Corrente

## Lista de figuras

Figura 1: Estrutura das bobinas de um transformador monofásico .....	4
Figura 2: Transformador de potência trifásico .....	5
Figura 3: Bobina primária e secundária concêntricas.....	6
Figura 4: Estrutura das bobinas de um transformador Trifásico.....	6
Figura 5: Estrutura de um transformador.....	8
Figura 6: Esquema Eléctrico Simplificado .....	11
Figura 7: Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos para o período de 24 Horas do Consumidor .....	27
Figura 8: Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos para o período de 24 Horas do segundo Consumidor.....	28
Figura 9: Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos para o período de 24 Horas do segundo Consumidor.....	28

## Lista de tabelas

Tabela 1: Tensões nominais dos Pára-raios.....	12
Tabela 2: Características do Drop-out (Base) .....	13
Tabela 3: Calibre de links para drop-outs.....	13
Tabela 4: Secções dos cabos a usar entre transformador e o quadro de baixa tensão	14
Tabela 5: Característica dos disjuntores usados na BT .....	15
Tabela 6: Vãos máximos.....	20
Tabela 7: Vãos optimos.....	20
Tabela 8: Curva de Demanda de um Consumidor.....	26
Tabela 9: Cálculo da área total das casas .....	35
Tabela 10: Cálculo das potências ligadas das casas .....	35
Tabela 11: Cálculo da área total da escola .....	36
Tabela 12: Cálculo da potência total da escola .....	36
Tabela 13: Cálculo da área total da mercearia.....	36
Tabela 14: Cálculo da potência da mercearia .....	37
Tabela 15: Parametros da linha .....	44
Tabela 16: Distancia entre condutores .....	45
Tabela 17: Levantamento dos preços.....	52
Tabela 18: Orçamento do projecto .....	53

## **Capítulo I**

### **1.1. Introdução**

O uso de energia eléctrica nos dias de hoje faz parte do nosso quotidiano, tornou-se impossível viver sem a energia eléctrica, a vida e o desenvolvimento do ser humano está relacionada ao consumo de energia eléctrica. Para que o ser humano continue a viver e a desenvolver é necessário garantir que a energia eléctrica chegue em boa qualidade nas residências, empresas e fábricas.

O fornecimento de energia eléctrica no território Moçambicano, infelizmente ainda não cobre 100% dos bairros existentes no país, e a província de Maputo tem muitos desses bairros ainda sem uma rede de energia eléctrica disponível. Com a recente crescente na população da cidade de Maputo, novos bairros surgiram e muitos deles ainda sem o fornecimento de energia eléctrica, tal como é o caso do bairro de Boquisso na província de Maputo, em que algumas partes do bairro ainda se encontram desprovidas de correntes eléctrica, daí que surge uma necessidade de se expandir a rede de energia eléctrica e para isso é necessário que se faça um estudo de engenharia com vista a apurar a possível potência que o bairro necessita, sendo assim, é necessário que o transformador de potência que será instalado no bairro seja adequado com as necessidades de potência que o bairro precisa. Com este projecto pretende-se expandir a rede eléctrica no bairro de Boquisso, Província de Maputo, que irá fornecer energia eléctrica para as residências do mesmo bairro, tomando em consideração as necessidades actuais do bairro e garantir que mesmo que o bairro sofra um aumento de demanda por potência, este transformador possa ter alguma folga para suprir pelo menos nos seus primeiros anos de funcionamento neste bairro.

### **1.2. Formulação do problema**

Visto que no bairro de Boquisso ainda é um bairro em expansão, a energia eléctrica não chega para todos habitantes do bairro, a população tem dificuldades em conservar os seus alimentos, e de noites tem ocorrido assaltos por falta de iluminação pública, o bairro também tem escassez de projectos grandes por falta de energia eléctrica. O sinónimo da presença de energia

eléctrica reflecte na facilidade de termos informação, segurança na via, e no crescimento no que tange na evolução.

### **1.3. Justificativa**

O tema foi escolhido como resultado das reclamações dos moradores do Bairro de Boquisso em Mukhatine, que já há muitos anos pedem pela electrificação do Bairro, com a electrificação do Bairro poderão conservar os produtos fresco por um longo período e vão acompanhar todas notícias pela Televisão, o bairro também estara previsto para futuras infraestruturas. A EDM irá ter um incremento na facturação por ligar novos consumidores e muitos outros serviços que dependem de energia estarão disponível para a população.

### **1.4. Objectivo geral**

Electrificar a zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso, Província de Maputo.

#### **1.4.1.Objectivo específico**

- Fazer levantamento da carga
- Dimensionar a rede da média tensão
- Especificar o material usado
- Dimensionar a rede da baixa tensão
- Dimensionar a potência necessária para os transformadores
- Descrever a estrutura do poste de transformação
- Apresentar o esquema de electrificação no Mukhatine

### **1.5. Metodologia**

Para a materialização deste projecto, ter-se-á como base uma pesquisa de levantamento de campo, que terá como fonte de colecta de dados as residências, e as futuras infraestruturas do bairro em expansão, como também módulos didácticos de máquinas eléctricas, instalações de transporte de distribuição de energia eléctrica, para a realização do projecto.

### **1.6. Local de Realização**

Mukhatine, Bairro Boquisso, Província de Maputo

### **1.7. Estrutura do Relatório**

O presente relatório está organizado em diversos capítulos, contendo ao todo sete (6) capítulos, que são:

**Capítulo I:** no capítulo I, podemos encontrar a introdução do trabalho, os objectivos do trabalho, a formulação do problema, a sua justificativa, bem como a metodologia usada para se produzir o trabalho.

**Capítulo II:** no capítulo II, podemos encontrar a revisão bibliográfica, onde relata teorias relacionadas ao transformador, posto de transformação, linha de distribuição de média tensão, e linha de distribuição de baixa tensão.

**Capítulo III:** no capítulo III, procede com o dimensionamento do transformador, análise da carga dos consumidores, levantamento da carga, protecção do transformador, dimensionamento dos cabos entre a saída do transformador e a entrada do quadro geral de baixa tensão, dimensionamento da linha da média tensão e linha da baixa tensão.

**Capítulo IV:** no capítulo IV, temos a memória descritiva.

**Capítulo V:** no capítulo V, temos a conclusão do projecto, recomendações do projecto e referências bibliográficas.

## 2. Capítulo II

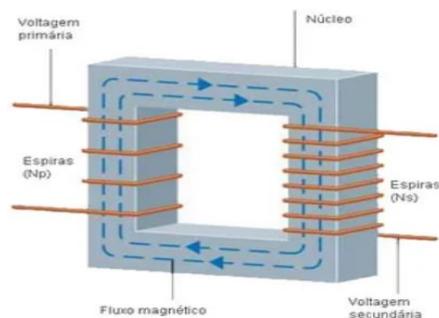
### 2.1. Revisão bibliográfica

#### 2.1.1. Transformador

A energia eléctrica, desde a sua origem até aos consumidores finais, sofre diversas transformações do nível de tensão, que se realizam nas subestações e postos de transformação, onde a tensão é elevada ou reduzida. A operação de modificação do nível da tensão é feita pelos transformadores de potência, que desempenham um papel chave no transporte e distribuição de energia. (Manuel Bolotinha, Transformador de potência).

Um transformador é um dispositivo que converte, por meio da acção de um campo magnético, a energia eléctrica CA de uma dada frequência e nível de tensão em energia eléctrica CA de mesma frequência, mas outro nível de tensão. Ele consiste em duas ou mais bobinas de fio enroladas em torno de um núcleo ferromagnético comum. Essas bobinas usualmente não estão conectadas directamente entre si. A única conexão entre as bobinas é o fluxo magnético comum presente dentro do núcleo. Um dos enrolamentos do transformador é ligado a uma fonte de energia eléctrica CA e o segundo (e possivelmente um terceiro) enrolamento do transformador fornece energia às cargas. O enrolamento do transformador ligado à fonte de energia é denominado enrolamento primário ou enrolamento de entrada e o enrolamento conectado às cargas é denominado enrolamento secundário ou enrolamento de saída. Se houver um terceiro enrolamento, ele será denominado enrolamento terciário. (Fundamentos de Maquinas Eléctricas, 5ª Edição, Stephen J. Chapman)

Figura 1: Estrutura das bobinas de um transformador monofásico



(Fonte. <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-transformador-tensao-1.htm> )

## Transformador de Potência

Transformador de Potência são equipamentos que tem como finalidade a conversão de diferentes níveis de tensão entre a fonte ligada ao primário, e a carga alimentada, ligada ao secundário. Podem ser trifásicos ou monofásicos, dependendo das necessidades específicas de cada instalação.

Figura 2: Transformador de potência trifásico



(Fonte: Revista publicitária Transformador ABB, Transformador de Distribuição Trifásico)

### 2.1.1.1. Princípio de Funcionamento do transformador

O princípio de funcionamento do transformador baseia-se no fenômeno de indução eletromagnética, este fenômeno origina a produção de uma força eletromotriz (FEM ou tensão), quando um circuito é submetido a um campo magnético variável. Os transformadores monofásicos consistem de dois enrolamentos, o primário e o secundário que geralmente envolvem os braços de um quadro metálico, o núcleo.

Uma tensão aplicada ao primário produz um campo magnético proporcional a intensidade dessa corrente e ao número de espiras do enrolamento. Através do metal, o fluxo magnético quase não encontra resistência e, assim, concentra-se no núcleo em grande parte, e chega ao enrolamento secundário com um mínimo de perdas, ocorre então, a indução eletromagnética e no secundário surge uma tensão elétrica, que varia de acordo com a tensão primário. (Fundamentos de Maquinas Eléctricas, 5ª Edição, Stephen J. Chapman).

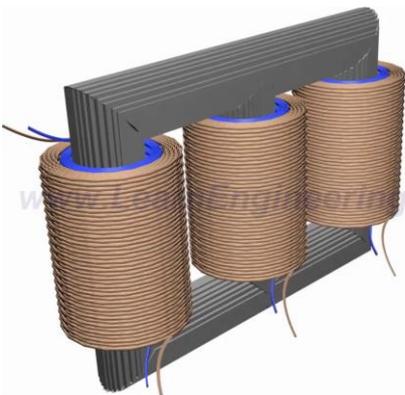
Os transformadores trifásicos usam três transformadores monofásicos, mas com uma configuração da bobina ligeiramente diferente, as bobinas primárias e secundárias ficam concêntricas como ilustra a figura 3.

Figura 3: Bobina primária e secundária concêntricas



(Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=gh0VRnPPIMw> )

Figura 4: Estrutura das bobinas de um transformador Trifásico



(Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=gh0VRnPPIMw>)

## 2.2. Componentes do transformador de potência

No geral todos os transformadores de potência são constituídos por componentes semelhantes. No melhor entendimento dos componentes deste equipamento, permite a percepção da constituição de qualquer outro dispositivo desta natureza.

Os elementos principais dos transformadores são: Parte activa; tanque de óleo, buchas; comutador em derivação (tape change); sistema de refrigeração, sistema de protecção e controle; secador de ar e Material de isolante.

### 2.1.2. Parte Activa

A parte activa do transformador é o local onde ocorre o fenómeno de indução electromagnética, responsável pela transformação de tensão, é composta por:

**Núcleo** - é uma das partes muito fundamentais da parte activa do transformador, tem como finalidade acoplar magneticamente, dar suporte mecânico aos enrolamentos e proporcionar o caminho para passagem dos fluxos magnéticos gerados pelas correntes que percorrem os mesmos enrolamentos. Em transformador de grande potência, o núcleo é constituído por um material que possui uma permeabilidade magnética muito elevada para permitir atingir a indução de trabalho com a corrente de excitação mais baixa possível e uma indução de saturação suficientemente alta que permita fluxos elevados sem agravar a secção e volume de ferro, garantindo assim a limitação do valor das perdas no ferro e da corrente de excitação, garantindo a conservação integral das qualidades magnéticas ao longo do tempo (Rafael Antônio).

**Enrolamentos ou Bobinas**- consistem em condutores envolvidos por matérias isolados, enrolados em volta do núcleo do transformador. Na fabricação dos enrolamentos dos transformadores de potência é usado o cobre electrolítico.

**Buchas:** Buchas são dispositivos feitos de porcelana e fazem parte do sistema de conexão entre o transformador e o sistema eléctrico em que o equipamento está conectado. Tem fundamental importância nas políticas de manutenção adoptadas pelas empresas para transformadores, pois falhas neste componente geralmente são seguidas de consequência, como incêndio e explosão, que comprometem completamente a integridade do transformador. (Jaime Sune et all)

**Tanque de óleo:** O tanque de óleo é o elemento que tem como a finalidade de armazenamento de óleo que circula nos transformadores.

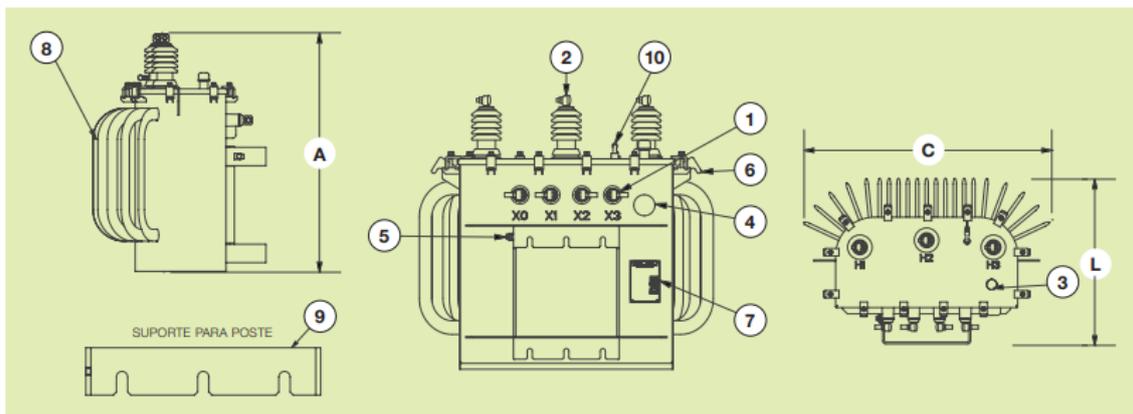
**Comutador de derivação (Tap change):** Comutadores de derivação são dispositivos montados nos transformadores de potência com finalidade de permitir a regulação de nível de tensão por meio de adição ou subtração do número de espiras que compõe o enrolamento. São de dois tipos: comutadores de derivação sem carga e comutadores de derivação com carga. (Ricardo Bechara)

**Comutador de derivação sem carga:** são dispositivos eletromecânicos normalmente montados, em transformadores instalados em condições que

exigem pouca necessidade de mudança de nível de tensão e só podem ser operados com transformador consignado `sem tensão` (Ricardo Bechara)

**Comutador de derivação com carga:** são dispositivos electromecânicos que proporcionam a variação dos níveis de tensão através da mudança dos terminais do enrolamento de regulação, sem que o transformador seja consignado `desligado`. Este tipo de comutador produz faísca geram gases que podem provocar a distorção da característica do óleo isolante e, por isso, esses dispositivos são instalados em tanque próprio e isolados do tanque principal. Este sistema é constituído por um acionamento monitorizado, chave de carga e chave selectora. (Reinaldo Junior)

Figura 5: Estrutura de um transformador



(Fonte: Transformador ABB, Transformador de Distribuição Trifásico)

Legenda:

- A – Altura do transformado (depende da potência do transformador)
- B – Comprimento (depende da potência do transformador)
- L – Largura (Depende da potência do transformador)
- 1- Bucha da baixa tensão (fica fixado ao isolador que está no transformador)
- 2- Bucha da média tensão (fica fixado ao isolador que está no transformador)
- 3- Bujão de enchimento de óleo
- 4- Comutador de accionamento externo ou em derivação (Tap change)
- 5- Conector de aterramento
- 6- Gancho de suspensão

- 7- Chapa de característica
- 8- Radiador
- 9- Suporte para poste
- 10-Válvula de alívio de pressão

**Descrição:** Os transformadores de distribuição trifásicos são especialmente projectados para alimentação de cargas residenciais de distribuição aérea. Também estão disponíveis para cargas de iluminação comercial, industrial e diversas outras aplicações. São projectados para condições de aplicação normalmente encontradas em sistemas de distribuição de energia.

**Característica opcional que o transformador possui**

- Suporte de para raios
- Visor de nível de óleo
- Válvula de enchimento
- Válvula de drenagem
- Válvula de alívio de pressão
- Tanque corrugado, hermeticamente selado

**2.3. Posto de Transformação**

Segundo o Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento considera-se PT um conjunto formado por um ou mais transformadores estáticos e aparelhagem de ligação e de manobra, quando a tensão secundária de todos os transformadores instalados for utilizada directamente nos receptores. Os postos de transformação têm a função de reduzir a MT para a BT utilizável pelo consumidor final doméstico, comercial ou pequeno industrial.

### **2.1.3. Estrutura do posto de transformação assente em Base de Alvenaria (TIPO M2)**

Transformadores com peso superior a 1200 Kg ou no geral com potência superior a 100 KVA, devem ser montados sobre bases de alvenaria, situadas entre os postes do pórtico de chegada de média tensão.

A altura da base de alvenaria foi calculada de forma a que as acessíveis em tensão não fiquem a uma altura inferior a 2,5 metros do solo, que é a distância mínima regulamentar para instalações exteriores protegidas.

Para este tipo de Posto de Transformação, deverá ser construída uma vedação adequada em sua volta, que impeça a aproximação de pessoas da instalação, até a uma determinada distância de segurança.

Para determinação das dimensões da vedação, segundo o regulamento, a distância mínima entre a projeção horizontal das peças em tensão e a vedação deve ser de 2 metros (para 33 KV), devendo a sua altura mínima ser de 1,80 metros.

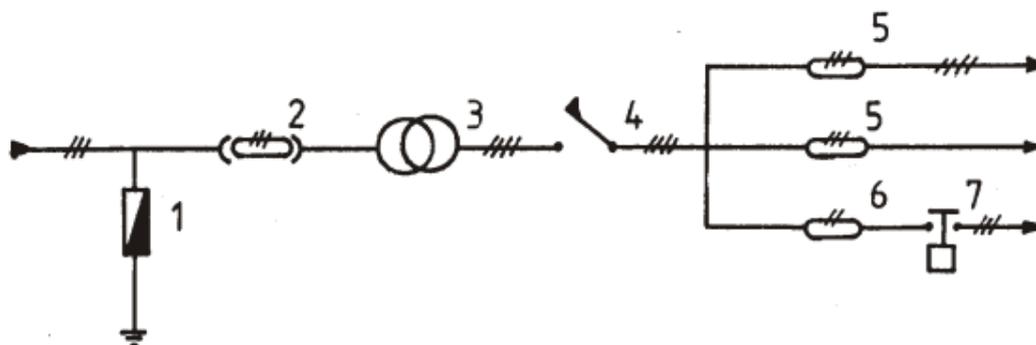
O quadro de baixa tensão será alojado na parte inferior da base de cimento que suporta o transformador, ficando assim igualmente protegido contra a intempérie. (Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM).  
Ver anexo 1

#### **2.1.1.3. Dimensionamento**

Atendendo ao facto de que a maioria dos Postos de Transformação rurais, que nos são solicitados, a serem de 33 KV, (22 KV em Manica e Sofala) optou-se adoptar para todos os Postos de Transformação a construir as dimensões de 33 KV.

## Esquema Eléctrico

Figura 6: Esquema Eléctrico Simplificado



(Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM)

Legenda:

1. Para-raios
2. Drop-outs
3. Transformadores de potência MT/BT
4. Disjuntores de baixa tensão
5. Fusíveis APC de baixa tensão
6. Fusíveis de iluminação pública
7. Contactor da iluminação pública

**Para-raios** destinam-se à protecção contra as sobre-tensões de origem atmosférica

**Drop-outs** são a protecções contra curto-circuito. Executam também o corte visível da instalação, como é prescrito nos regulamentos.

**Disjuntor de baixa tensão** protege o transformador de todos os defeitos da rede a sua jusante. É através dele que é garantida a protecção do transformador das sobrecargas. A protecção individual das saídas de baixa tensão é feita por fusíveis de Alto Poder de Corte (APC).

### 2.1.1.1.3. Escolha dos Pára-raios

A tensão nominal dos Pára-raios a instalar numa formação deve ser em função do nível de tensão da rede assim como do seu regime do neutro, ou seja, se é isolado, ligado directamente à terra ou se é ligado à terra por intermédio de uma resistência ou bobina.

A capacidade dos Pára-raios a instalar é no geral de 10 KA.

A tabela que a seguir se apresenta, indica-nos as tensões nominais a usar em diferentes situações possíveis nas redes da EDM, para Pára-raios da marca ASEA, tipo XBE.

Tabela 1: Tensões nominais dos Pára-raios

TENSÃO NOMINAL DA REDE (KV)	Tensão nominal dos Pára-raios "XBE"	
	Neutro isolado	Neutro à terra
6,6	7,2	6
11	12	12
22	24	24
33	36	33

(Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM)

A ligação dos Pára-raios a linha de média tensão, deve ser feito com o mesmo tipo e secção do condutor da linha. A ligação à terra deve ser feita em condutor de cobre com a secção mínima de  $16mm^2$ .

#### **2.1.1.1.1.3. Drop-outs**

Segundo o Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM os Drop-outs mais utilizados nas redes da EDM tem sido os da marca AB-CHANC, porque tem uma grande velocidade de corte e podem suportar tensão da linha até 36kV. Os Drop-Outs da marca AB-CHANC são fáceis de encontrar no mercado de material eléctrico comparando com os Drop Outs da marca rw-12. Os Drop-outs da marca rw-12 são geralmente usados nas linhas de 10kV, logo não são convenientes para nossas redes por causa do nível de tensão. E em função dos níveis de tensão das nossas redes, poderemos usar um dos tipos de base, cujas características a seguir apresentamos.

Tabela 2: Características do Drop-out (Base)

Tensão de fabrico	Tensão nominal (KV)	Corrente nominal (A)	Capaci. corte (KA)	Tensão choque (KV)	Distânc. fuga (mm)
15,5	até 36	100	10	95	216

(Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM)

Seguidamente apresenta-se uma tabela com o calibre dos elementos fusíveis dos Drop-outs (LINKS), em função do nível de tensão da instalação e da capacidade do transformador que se destina a proteger.

Tabela 3: Calibre de links para drop-outs

Potência do Transformador (KVA)	Tensões (KV)							
	6,6		11		22		33	
	In	ILK	In	ILK	In	ILK	In	ILK
30	2,6	3	1,6	2	0,8	1	0,5	1
50	4,4	6	2,6	3	1,3	2	0,9	1
100	8,7	10	5,2	6	2,6	3	1,8	2
160	14	15	8,4	10	4,2	6	2,8	3
200	15,5	20	10,5	12	5,3	6	3,5	6
250	21,9	25	13,1	15	6,6	8	4,4	6
315	28	30	16,5	20	8,3	10	5,5	6

(Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM)

Onde: In – Corrente nominal do transformador em (A)

ILK – Corrente nominal do LINK a usar em (A)

#### 2.1.1.1.1.3. Barramento de Média Tensão

Entende-se aqui por barramento, os elementos condutores que asseguram a ligação entre a chegada da linha de média tensão, os pára-raios, os drop-outs e o transformador de potência. De preferência os barramentos devem ser constituídos por varões de cobre, com um diâmetro mínimo de 8 mm.

A distância mínima entre os condutores activos, e entre outros elementos deve ser de 365 mm, para a tensão de 33 kV. Para simplificação da concepção, adopta-se esta distância mínima para todos os outros níveis de tensão.

## 2.4. Dimensionamento do cabo de Baixa Tensão entre o Transformador e o quadro de Baixa Tensão.

O cabo de baixa tensão que se destina a assegurar a ligação transformador e o quadro de baixa tensão será do tipo VAV. Para o seu dimensionamento foi tomada em conta a corrente nominal do transformador de potência assim como a capacidade térmica do cabo de curto-circuito, visto que a sua protecção só é assegurada pelos Drop-outs no lado de média tensão.

Fórmula da corrente secundária nominal do transformador

$$I_{2n} = \frac{S_{np}}{\sqrt{3} \times U_{20}} \quad (\text{Equação 1})$$

Depois de calcular a corrente fictícia, em seguida determina-se a secção do cabo alimentador com auxílio da tabela.

A tabela seguinte indica-nos as secções dos cabos a utilizar para cada caso.

Tabela 4: Secções dos cabos a usar entre transformador e o quadro de baixa tensão

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Secção (mm <sup>2</sup> )	Corrente admissível (A)
30	43,3	4x16	80
50	72,2	3x25+16	106
100	144,3	3x50+35	159
160	230,1	3x93+50	244
200	288,7	3x150+75	324
250	360,8	3x185+95	371
315	454,7	2(3x95+50)	2x244

(Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM)

### 2.1.4. Disjuntor de Baixa Tensão

O disjuntor de baixa tensão destina-se a proteger a instalação à sua jusante dos efeitos nocivos dos curtos-circuitos e sobrecargas. Para escolher o disjuntor adequado para um determinado Posto de Transformação, deve ter-se em conta a corrente nominal do disjuntor assim como o valor da corrente nominal do relé a instalar nesse disjuntor. Com este objectivo devem confrontar-se estes valores com o valor nominal da corrente secundária do transformador de potência.

O valor nominal da corrente do disjuntor basta somente ser superior à corrente nominal secundária do transformador, e deve ser imediatamente superior disponível, enquanto o valor da corrente nominal do relé deve ser o mais próximo possível desse valor. Os relés dos disjuntores de 400 Ampères e superiores dispõem de duas regulações, sendo uma para o valor da sobre-intensidade ( $I_{th}$ ), outra para o caso dos curtos-circuitos ( $I_r$ ). No primeiro devemos regular  $I_{th}$  para o valor nominal da corrente secundária do transformador, regulando-se o segundo para mínimo indicado ( $I_r$ ).

Estes disjuntores tem uma tensão nominal de fabrico de 660 V e um poder de corte simétrico a 400 V que vai de 15 a 50 KA, em função da sua corrente nominal.

Os disjuntores que tem sido habitualmente usados nas redes de baixa tensão são os da marca "SACE " do tipo N ou SN.

A tabela seguinte dá-nos a indicação dos disjuntores a utilizar nos diferentes casos.

Tabela 5: Característica dos disjuntores usados na BT

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Tipo disjuntor "SACE"	Tipo relé	Observações
30	43,3	SN - 125	R - 50	—
50	72,2	SN - 125	R - 80	—
100	144,3	SN - 250	R - 200	—
160	230,9	SN - 250	R - 250	—
200	288,9	SN - 400	R - 400	deve ser regulado
250	360,8	SN - 400	R - 400	"
315	454,7	SN - 630	R - 630	"

(Fonte: Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais, EDM)

### Comando da Iluminação Pública

O comando da iluminação pública será feito por célula fotelétrica ou por interruptor horário. Estes dispositivos destinam-se a comandar por sua vez um contactor que ligará e desligará a referida instalação.

O contactor será para uma tensão nominal de 220 V ou 380 V e uma intensidade nominal de acima de 32 Ampères.

## **2.5. Terra de Serviço**

A terra de serviço será ligada ao neutro do secundário do transformador. Esta ligação será feita a partir do quadro geral de baixa tensão através de um ligador amovível.

### **2.1.5.Terra de Protecção**

A terra de protecção ligar-se-ão as massas da aparelhagem de alta tensão, assim como todas as partes metálicas de suporte fixação da aparelhagem, incluindo a cuba do transformador e o involucro metálico do quadro de baixa tensão.

Não havendo possibilidade de se executar uma terra própria para os pára-raios, estes também serão ligados a terra de protecção. A ligação dos pára-raios deve fazer-se directamente ao condutor principal de terra, e não por intermédio de qualquer outra massa metálica.

#### **2.1.1.5.Condutores de Terra**

Utilizar-se-á cabo de cobre nú de  $16mm^2$  de secção até ao ligador amovível, situado na base do pórtico, e cabo de  $35mm^2$  de secção deste até ao electrodo de terra, no interior do solo.

##### **2.1.1.1.5.Eléctrodos de Terra**

Quer o eléctrodo da terra de protecção quer o da terra de serviço, serão constituídos por varões próprios para este fim, podendo na sua falta serem substituídos por tubos de ferro galvanizado, interligados entre si por cabo de cobre de  $35mm^2$  de secção.

Os eléctrodos deverão ser enterrados no solo a uma profundidade mínima de 0.8 metros. Os elementos que constituem o mesmo eléctrodo deverão distanciar-se uns dos outros 2 a 3 metros.

O número de elementos por eléctrodo depende da resistência do solo. O objectivo a atingir é que a resistência de terra seja inferior a 20 ohms. Os eléctrodos da terra de serviço e da terra de protecção deverão distar entre si na horizontal de pelo menos 20 metros para que possam ser considerados terras distintas.

## **2.6.Característica de montagem do Posto de Transformação Pórtico de Madeira**

Para a execução do pórtico de madeira serão usados postes de eucalipto creosotado da espécie "Eucaliptos Saligna" com 12,25 metros de altura e com um diâmetro médio de 15cm no topo, e 23,35cm na base, no mínimo.

A profundidade de enterramento dos postes será de 1,80m, devendo no fundo das covas serem colocadas lajes, para evitar o seu afundamento. Os postes serão atacados com pedra solta e arreia devendo, contudo, colocar-se duas coroas de pedras grandes com uma espessura de 25 cm, uma na base do poste e outra no início do terreno superior da cova. A distância entre os dois postes deve ser de 2,5 m (entre eixos). Outros pormenores podem ser observados nos anexos.

### **Espiamento**

Serão necessárias duas espias montadas no lado oposto à chegada da linha, executadas em arame galvanizado, ou em cabo de aço adequado.

O ponto de fixação ao pórtico deve situar-se a 10,2 metros de altura enquanto na horizontal devem distar do pórtico 7m. Nestas espias serão igualmente montados isoladores de espia adequados à tensão mais elevada do Posto de Transformação.

### **Amarração da Linha de Média Tensão**

No anexo 2 mostra em pormenor a amarração da linha de média tensão. Os elementos que compõem a amarração são: as pinças de amarração; as cadeias de isoladores; a travessa de amarração; acessórios de montagem.

A travessa de amarração pode ser um dos seguintes materiais:

- Perfil "L" 100x50x8 mm
- Cantoneira 90x90x9 mm
- Perfil UNP-10 100x50x6 mm (maior superfície na horizontal)

### **Fixação dos Pára-raios e Drop-outs**

Os Pára-raios e os Drop-outs serão montados sobre perfis UNP-10 de acordo com as medidas constantes no anexo 2.

### **Fixação dos Isoladores de Barramento**

No caso dos Postos de Transformação onde o transformador assenta em base de alvenaria, o barramento de média tensão entre os drop-outs e o transformador tem uma distância considerável, o que implica a montagem de isoladores de barramento, de forma a não ter vãos superiores a 1,75 m.

Os isoladores a usar deverão ser em função da tensão mais elevada do Posto de Transformação, para montagem horizontal, podendo ser usados os mesmos das linhas desde que obedeçam às mesmas especificações técnicas. Os isoladores de barramento serão montados sobre perfis UNP-10 ou em outro perfil equivalente. Anexo 2.

### **Base de Alvenaria**

No anexo 3, apresenta a forma e dimensões da base de alvenaria que constituem os Postos de Transformação de potência superior a 100 KVA.

### **Armário de Baixa Tensão**

O quadro de baixa tensão ou armário de baixa tensão estará alojado dentro de uma caixa metálica galvanizada, de preferência pintada, com uma ou duas portas na sua parte frontal. No anexo 4, encontram-se as dimensões do mesmo.

Na parte exterior das portas do quadro de baixa tensão deve afixar-se uma placa com a inscrição "PERIGO DE MORTE".

### **Vedação**

Todas as instalações exteriores que possuam peças nuas em tensão a uma altura do solo inferior a 6 metros, devem ser envolvidas por uma vedação, que mantenha a uma distância segura qualquer pessoa estranha ao serviço. É o caso dos Postos de Transformação onde o transformador é assente sobre uma base de alvenaria. As dimensões e pormenores desta vedação constam no anexo 5.

### **2.7.Linha de Média Tensão (MT)**

As tensões normalizadas em Moçambique para linhas de distribuição em média tensão são 11, 33 e 66kv, dependendo das características e localização dos centros de consumo. (Fonte: Manual de montagem de linhas – (M1))

As linhas de média tensão são constituídas por apoios, isoladores e cabos. As linhas de média tensão são responsáveis pelo transporte de energia eléctrica.

As linhas aéreas de MT, instalam-se geralmente com um condutor por fase, em armações para isoladores rígidos ou cadeias de suspensão.

### **2.1.7.Cabos Condutores**

Os cabos condutores a usar na construção de linhas aéreas de média tensão serão de alumínio reforçados com fios de aço designados por “ACSR”.

As secções a usar serão:

- Cabo ACSR “SQUIRREL” com a secção de 24,43 mm;
- Cabo ACSR “FERRET” com a secção de 49,48 mm;
- Cabo ACSR “MINK” com a secção de 73,71 mm;

#### **2.1.1.7.Apoio**

Estrutura vertical (poste) que pode ser composta por ferro, betão e madeira e que sustenta a ferragem e isoladores, que por sua vez sustentam os condutores.

Os apoios a usar são de eucalipto creosotado cujo nome é “EUCALYTUS SALIGNA”

As dimensões dos apoios são:

Altura ..... 12,25; 15,00 e 18,00m.

Diâmetro do topo ..... 0,12 a 0,15m.

Atendendo ao comprimento total do apoio, à profundidade do encastramento do apoio no solo, a altura do solo a que os condutores devem ficar e também à distância do topo a que os condutores serão fixados nos postes, os vãos máximos permitidos, para os diferentes cabos e tipos de apoio, no caso de o terreno ser plano e horizontal e de não haver quaisquer acidentes ou obstáculos, são:

Tabela 6: Vãos máximos

		TIPO DE APOIO (altura; m)		
VÃO (m)		12,25	15	18
CABOS	SQUIRREL	120	160	210
	FERRET	130	180	220
	MINK	150	210	240

(Fonte: Manual de montagem de linhas – (M1))

Contudo considerando as condições climáticas do nosso país (temperaturas e velocidades dos ventos), onde serão implantadas estas linhas, os vãos óptimos de montagem em função do tipo de condutor a ser utilizado são os seguintes:

Tabela 7: Vãos ótimos

CABOS	SQUIRREL	FERRET	MINK
Vão óptimo (m)	76	101	120

(Fonte: Manual de montagem de linhas – M1 EDM)

#### 2.1.1.1.7. Configuração das armações

Conforme a posição que os 3 condutores ocupam no plano, as armações podem ser complanares ou desniveladas. (Anexo 6 e 7)

As armações complanares podem ser:

- Esteira vertical rígida
- Esteira vertical suspensa

As armações desniveladas podem ser:

- Armação em galhardete (Suspensão)
- Armação em esteira vertical (rígida em isoladores de eixo vertical)

**Vão** – Porção de linha aérea compreendida entre dois apoios consecutivos

(Fonte: Tecnologia de redes da média tensão)

## **Capacidade Máxima de Transmissão.**

Em função dos dados eléctricos (Resistência e Reactância) das linhas, dependentes do tipo de cabos usados e da configuração geométrica dos condutores adoptada e ainda da queda de tensão admissível, foi calculada a capacidade de transmissão das linhas em função do nível de tensão usado e dos condutores utilizados.

As quedas de tensão máxima permitidas são as seguintes:

- Zonas Rurais 8%
- Zonas Suburbanas 5%

### **2.1.1.1.1.7. Isoladores**

Os isoladores são utilizados para impedir a passagem da corrente eléctrica para as ferragens, como também servem de suporte dos condutores das linhas aéreas. Anexo 8.

Para montagem normal em alinhamento, tendo em conta as características tropicais das regiões onde as linhas se vão desenvolver, foram adaptados isoladores rígidos de eixo vertical e cujas referências da ELECTRICAL LINE COMPONENTS (E.L.C.) são as seguintes

Actualmente nas nossas linhas usamos isoladores equivalentes de outros fabricantes, assim como foi introduzido o uso de isoladores de eixo horizontal, devido fundamentalmente às facilidades de montagem evidentes. A seguir enumeram-se os tipos de isoladores usados:

- ST-15J para 6,6/11 KV Eixo Vertical
- NGK para 22/33 KV Eixo Vertical
- SAG para 6,6/11 KV Eixo Horizontal
- ALH-15 para 6,6/11 KV Eixo Horizontal
- STV-35 para 22/33 KV Eixo Horizontal
- ALH-35 para 22/33 KV Eixo Horizontal

Nos apoios de ângulo, nas amarrações, serão usadas cadeias de suspensão de amarração.

**Ferragens** são fixadas no apoio (poste), e utilizados para segurar os isoladores.

## **2.8.Linha da Baixa Tensão (BT)**

Sistema eléctrico de distribuição que deriva dos transformadores ligados às redes de média tensão e se destina ao suprimento dos consumidores atendidos em baixa tensão e da iluminação pública.

A Rede da baixa tensão é um circuito secundário alimentado por um transformador de distribuição, de onde derivam os ramais de ligação para os consumidores de BT e iluminação pública. Constitui-se de tronco e ramais. A parte principal de um circuito secundário, que deriva directamente do barramento do transformador se caracteriza, na maioria das vezes, por maior secção de condutores. Atende à maior parcela da carga do circuito.

Quando se estabelece uma rede eléctrica, não se espera que a mesma se mantenha inalterável, caso contrário não faria sentido o termo “exploração de rede”. De facto, e sendo que devido a diversos factores socio-económicos as redes BT estão constantemente sob alvo de modificações, os estudos técnicos executados têm como objectivo suprir, a curto, médio e longo prazo, as necessidades emergentes.

As redes de baixa tensão geralmente são constituídas por cabos isolados torçados, apoios (postes), pinças de amarração e suspensão, ferro gancho e ligadores.

A rede de distribuição de baixa tensão constitui o veículo de distribuição da energia aos clientes em baixa tensão, a 400 V, no caso das alimentações trifásicas, e a 230 V, no caso das alimentações monofásicas.

### **Vãos de travessia**

Segundo o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão no artigo 75, os vãos de travessias de autoestradas, estradas, ruas ou caminhos, públicos ou particulares, com transito de veículos automóveis ou de tracção animal, não devem, em regra, ser superiores a 50 metros.

### **2.1.8. Distâncias mínimas dos condutores ao solo**

Segundo o Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão no artigo 47 e artigo 73 admite-se as seguintes distâncias mínimas dos condutores ao solo:

$h = 5$  m, no caso geral;

$h = 6$  m, nas estradas;

$h = 7$  m, em auto-estradas.

### **Pinças de amarração**

As pinças de amarração devem apertar (segurar) 2 ou 4 condutores principais dos cabos torçados, conforme se trate de cabo monofásico ou trifásico. Os condutores de IP quando existirem, passam fora da pinça. As pinças são usadas no início, no fim dos ramais, nos cruzamentos dos ramais e nas baixadas eléctricas. Anexo 9 e 10

### **Pinças de suspensão**

Serão montadas pinças de suspensão nos postes de alinhamento. As pinças de suspensão são suspensas em olhais retorcidos, e devem abraçar todos os condutores do cabo torçado, incluindo os da iluminação pública. Anexo 11

### **Ligadores**

Os ligadores a usar serão de aperto independente do tipo PC3, servem para unir cabos. Anexo 12

### **Postes**

Os postes (apoios) a utilizar na rede de baixa tensão serão de madeira de eucalipto tratados com creosoto, com uma altura de 9 m. Nos ramais longos os postes são suportados com espias para não sofrer esforço mecânico do ramal.

### **Localção dos Postes**

A localção deve ser escolhida levando-se em conta os seguintes aspectos:

- Procurar local prevendo futuras extensões da rede, para evitar remoções desnecessárias

- Evitar locação de postes em frente a portas, janelas, sacadas, garagens, anúncios luminosos

#### **2.1.1.8. Condutor**

O condutor é o principal e mais importante componente de uma rede de distribuição, pois é responsável por “conduzir” a energia eléctrica. Os cabos aéreos (condutores a torçados) utilizados na rede de distribuição aérea são constituídos por materiais condutores de Alumínio (Al), sendo suportados por apoios.

Nos vãos de travessia de auto-estradas os condutores não podem ter emendas. (Fonte Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão artigo 76)

#### **Secção**

$$s = \frac{P_i \times l_i}{\gamma_{Al} \times U \times \Delta U} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde o condutor sem nenhuma ranhura no revestimento, é usado para a iluminação pública e o condutor com maior secção é o neutro.

## Capítulo III

### 3.1. Dimensionamento do transformador

#### 3.1.1. Natureza da carga

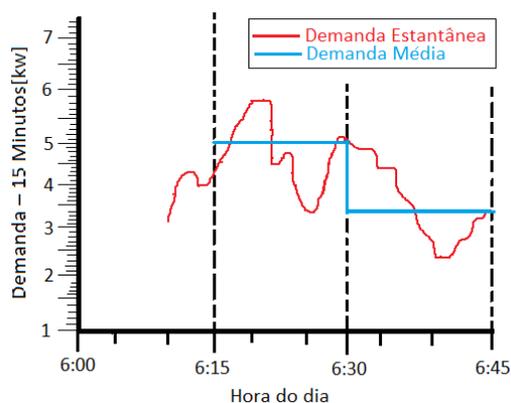
Para o dimensionamento de um transformador de potência depende fundamentalmente da carga, e do seu regime. Para se ter um bom conhecimento da carga conectada a um sistema eléctrico é necessário primeiramente conhecer o comportamento das cargas individuais dos consumidores. As cargas conectadas ao sistema de potência sofrem constante variação e quanto mais próximo do consumidor final se situa o ponto de observação mais pronunciada é a sua flutuação. Nos transformadores de potência montados em zonas urbanas não existem cargas em regime permanente, uma vez que uma lâmpada ou um dispositivo eléctrico é ligado ou desligado, a carga vista pelo sistema muda.

- **Demanda:** É a carga média durante um período específico, a carga pode ser expressa em kW ou kVA e deve incluir um intervalo de tempo.
- **Demanda Máxima-** Maior de todas as demandas que ocorrem durante um período de tempo específico
- **Demanda Média-** A média das demandas durante um período de tempo específico (Dia, Semana, Mês, etc.)

### 3.2. Análise da carga de consumidores individuais

A Figura 7 mostra como a carga instantânea em kW de um consumidor varia durante dois intervalos consecutivos de tempo de 15 minutos.

Figura 7: Curva de Demanda de um Consumidor



(Fonte: Tópicos sobre dimensionamento de transformação para sistema de distribuição, de Março de 2014)

De modo a definir a carga, a curva de demanda é dividida em intervalos de tempo iguais. Na Figura foi escolhido o intervalo de tempo de 15 minutos. Para cada intervalo de tempo foi determinado o valor médio da demanda. Na Figura as linhas rectas representam a carga média no intervalo de tempo de 15 minutos, quanto mais curto for o intervalo de tempo, mais exato é o modelo para a carga representada. O valor médio da carga no intervalo de tempo definido é a Demanda em kW a cada 15 minutos.

### 3.3. Levantamento da carga actual do sistema

Para avaliação da carga actual foi efectuado o levantamento de carga eléctrica no terreno e com base nas estatísticas e registos mensais da exploração do sistema e a partir do PT próximo do bairro. A carga determinou-se a partir das residencias com eletrificação no bairro.

#### 3.1.3. Primeiro consumidor

A Figura 8 mostra a Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos no período de 24 horas de um consumidor genérico. Esta curva é desenvolvida a partir de uma planilha que fornece a demanda em kW para cada 15 minutos para um período de 24 horas.

Figura 8: Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos para o período de 24 Horas do Consumidor



(Fonte: Autor)

A curva de demanda mostrada na Figura representa um consumidor residencial típico. Cada barra fornece a demanda em kW a cada 15 minutos. Neste caso é conveniente notar que durante o período de 24 horas ocorre uma grande variação da demanda. Este consumidor em particular apresenta 3 períodos em que a demanda em kW excede o valor de 2 kW. O maior deles é a demanda máxima em kW a cada 15 minutos. Para este consumidor a demanda máxima em kW a cada 15 minutos ocorre às 17:30 e tem o valor de 2.17 kW.

A energia em kWh consumida durante um dia é calculada conforme a Equação 1:

$$kwh = \frac{\sum D[kw]_{15\text{-Minutos}}}{4} \quad (\text{Equação 3})$$

A energia total ( $E_{Total}$  [kwh]) consumida durante 24 horas pelo Consumidor 1 é 25 kWh, a demanda média em kW a cada 15 minutos é calculada pela Equação 4:

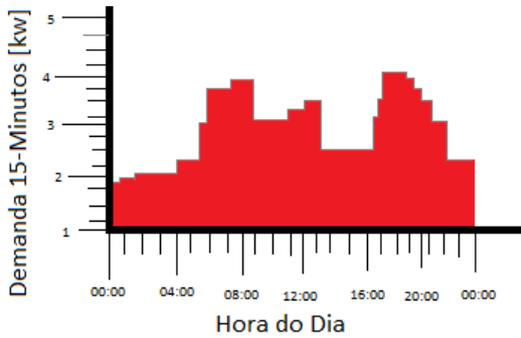
$$D_{Media\ 15\text{-minutos}} = \frac{E_{Total}}{Horas} \quad (\text{Equação 4})$$

$$D_{Media\ 15\text{-minutos}} = \frac{25}{24} = 1.04kw$$

### 3.1.1.3.Segundo Consumidor

A Figura 9 mostra a Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos no período de 24 horas do segundo consumidor genérico.

Figura 9: Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos para o período de 24 Horas do segundo Consumidor



(Fonte: Autor)

Neste segundo consumidor apresenta 3 períodos em que a demanda em kW excede o valor de 3kW. Para este consumidor a demanda máxima em kW a cada 15 minutos ocorre às 18h e tem o valor de 3.3 kW

A energia total ( $E_{Total}$  [kwh]) consumida durante 24 horas pelo Consumidor 2 é 53 kWh, a demanda média em kW a cada 15 minutos é calculada pela Equação:

$$D_{Media\ 15\text{-}minutos} = \frac{E_{Total}}{Horas}$$

$$D_{Media\ 15\text{-}minutos} = \frac{53}{24} = 2,208kw$$

### 3.1.1.1.2.Terceiro consumidor

A Figura 10 mostra a Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos no período de 24 horas do terceiro consumidor genérico.

Figura 10: Curva de Demanda em kW a cada 15 minutos para o período de 24 Horas do segundo Consumidor



(Fonte: Autor)

Neste terceiro consumidor apresenta 2 períodos em que a demanda em kW excede o valor de 4kW. Para este consumidor a demanda máxima em kW a cada 15 minutos ocorre às 18h e tem o valor de 4.2 kW

A energia total ( $E_{Total}$  [kwh]) consumida durante 24 horas pelo Consumidor 3 é 77 kWh, a demanda média em kW a cada 15 minutos é calculada pela Equação:

$$D_{Media\ 15-minutos} = \frac{E_{Total}}{Horas}$$

$$D_{Media\ 15-minutos} = \frac{77}{24} = 3.208kw$$

A EDM para instalações monofásicas fornece uma potência inferior a 2.2kw, e para instalações trifásicas fornece uma potência superior de 3 até 6.6kw.

### **3.3.Cálculo de Verificação da carga**

De acordo com o artigo 435 RSIUEE, a potência mínima a considerar no dimensionamento das instalações de utilização em locais residenciais ou de uso profissional, não deverão ser dimensionadas potencias inferiores as seguintes:

Locais destinados à habitação particular ou de uso profissional com habitação anexa:

Até seis divisões principais: 6,6 kVA;

Mais de seis divisões principais:

6,6 k VA+30 VA/m<sup>2</sup> de cada divisão principal a mais;

Na contagem do número de divisões principais apenas deverão ser consideradas as que tenham área superior a 4m<sup>2</sup>, excluídas as cozinhas, casas de banho e corredores.

As instalações de utilização a estabelecer em locais residenciais de habitações uni familiares em zonas rurais poderão ser dimensionadas para 50 % dos valores indicados acima.

Recomenda-se que as instalações de utilização a estabelecer em locais residenciais ou de uso profissional sejam dimensionadas com base nos valores mínimos seguintes:

- a) Para instalações de iluminação e tomadas para usos gerais: 25 VA/m<sup>2</sup>;

- b) Para instalações, fixas ou não, de climatização ambiente eléctrica: 80 VA/m<sup>2</sup>;

Escolas EP 8,5KVA

Centro Comerciais 20KVA

Posto de Saúde 4,5KVA

### **3.4.Características das cargas Eléctricas**

#### **Potência ligada**

É a necessidade de potência dos receptores ligados a uma determinada instalação

#### **Potência instalada**

É a soma de todas potências nominais dos receptores ligados a um ponto determinado. A carga eléctrica depende do tipo dos consumidores gerais, dos quais distinguem-se cargas dos bairros habitacionais e das empresas. Para os bairros habitacionais, aceita-se uma potência ligada " $P_L$ " das casas, pequenos serviços comerciais, etc. que nunca é aproveitada em 100 %.

Deste conceito sugere-se a definição de um factor de utilização da potência ligada ( $\alpha_h$  ou  $K_u$ ) para uma casa com vários quartos, em geral o factor de utilização da potência ligada é  $\alpha_h$  e varia entre 0,4 a 0,6; isto é (40 a 60) % do consumo total da potência instalada. Num bairro habitacional alimentado por um transformador, a carga máxima de todas as casas não é utilizada ao mesmo tempo. Há pois uma compensação das cargas que se pode expressar por factor de simultaneidade  $g_1$ . É evidente que o factor de simultaneidade  $g_1$ , depende de número de casas que são alimentadas do mesmo ponto. A superior dum bairro habitacional ( $P_{hh}$ ) é apenas uma parte da carga superior (máxima) total dum bairro. Isto decorre de facto de, num bairro haver sempre instituições públicas (lojas, escolas, serviços administrativos, etc.). Estas instituições têm potências ligadas muito diferentes. Para instituições públicas existe também um factor de simultaneidade  $g_2$  que é geralmente maior do que  $g_1$ .

Actualmente aceita-se que  $g_2 = 0,85$  e, no caso especial de iluminação pública,  $g_2 = 1$ . Assim pode-se adicionar as potências superiores isoladas e obter a potência superior de todas as instituições públicas.

### **3.5.Algoritmo de cálculo**

#### **Cálculo de potência ligada da casa do tipo 1**

##### **Cálculo da área total das divisões ( $A_T$ )**

$$A_T = A_1 + A_2 \quad (\text{Equação 4})$$

##### **Cálculo da potência aparente de iluminação e tomadas de uso geral ( $S_{itug}$ )**

$$S_{itug} = A_T \cdot S_{SP} \quad (\text{Equação 5})$$

##### **Cálculo da potência aparente total ( $S_T$ )**

$$S_T = S_{itug}$$

##### **Cálculo da potência ligada ( $P_L$ )**

$$P_L = S_T \cdot \cos\varphi \quad (\text{Equação 6})$$

#### **Cálculo de potência ligada da casa do tipo 2**

##### **Cálculo da área total das divisões**

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 \quad (\text{Equação 7})$$

##### **Cálculo da potência aparente de iluminação e tomadas de uso geral**

$$S_{itug} = A_T \cdot 25\text{VA/m} \quad (\text{Equação 8})$$

##### **Potência aparente da cozinha**

$$S_{coz} = 3\text{KVA}$$

##### **Cálculo da potência aparente de aquecimento ( $S_{aq}$ )**

$$S_{aq} = 1,5 \text{ KVA}$$

##### **Cálculo da potência aparente total**

$$S_T = S_{itug} + S_{coz} + S_{aq} \quad (\text{Equação 9})$$

### **Cálculo da potência aparente ligada**

$$P_T = S_T \cdot \cos\varphi \quad (\text{Equação 10})$$

### **Cálculo da potência ligada da casa do tipo 3**

#### **Cálculo da área total das divisões**

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \quad (\text{Equação 11})$$

### **Cálculo da potência aparente de iluminação e tomadas de uso geral**

$$S_{itug} = A_T \cdot 25\text{VA/m} \quad (\text{Equação 12})$$

### **Cálculo da potência aparente da cozinha**

$$S_{coz} = 4\text{KVA}$$

### **Cálculo da potência aparente de aquecimento**

$$S_{aq} = 2\text{KVA}$$

### **Cálculo da potência aparente de climatização**

$$S_{clim} = A_T \cdot 80\text{VA/m} \quad (\text{equação 13})$$

### **Cálculo da potência aparente total**

$$S_T = S_{itug} + S_{coz} + S_{aq} + S_{clim} \quad (\text{Equação 14})$$

### **Cálculo da potência aparente total**

$$P_T = S_T \cdot \cos\varphi \quad (\text{Equação 15})$$

### **Cálculo de potências das instalações públicas**

#### **Cálculo da potência de iluminação**

$$P_{ip} = P_{lampada} \cdot n \quad (\text{Equação 16})$$

Onde:

n – é o número das lâmpadas

#### **Cálculo da área total da escola**

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_T$$

### **Cálculo da potência ligada da escola**

$$P_{esc} = A_T \cdot P_P \text{ (Equação 17)}$$

### **Cálculo da potência ligada da mercearia**

$$P_{mer} = A_T \cdot P_P \text{ (Equação 18)}$$

### **Determinação da potência do transformador**

#### **Cálculo da potência das residências ( $P_{hh}$ )**

$$P_{hh} = n \cdot P_L \cdot \alpha_h \cdot g_1 \text{ (Equação 19)}$$

Onde:

n- é o número de casas;

$P_L$  – Potência ligada numa casa;

$\alpha_h$  – Factor de utilização, considera-se 0.4 a 0.6

$g_1$  – Factor de simultaneidade.

#### **Cálculo do factor de simultaneidade ( $g_1$ )**

$$g_1 = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}} \text{ (Equação 20)}$$

Onde:

- n é o número de residências com potência ligada  $P_L$ .

#### **Cálculo da potência das instituições públicas ( $P_{hp}$ )**

$$P_{hp} = g_2 \times \sum P_L \times \alpha_i \text{ (Equação 21)}$$

Onde:

$g_2$  – Factor de simultaneidade das instituições públicas = 0,85;

$\alpha_i$  – Factor de utilização para as instituições públicas a consultar na tabela 10.

Para Iluminação  $g=1$  e  $\alpha=1$

### 3.1.5. Cálculo da potência do bairro habitacional ( $P_B$ )

$$P_B = P_{hh} + P_{hp}$$

### Cálculo da potência aparente do bairro habitacional ( $S_B$ )

$$S_B = \frac{P_B}{\cos\varphi} \text{ (Equação 22)}$$

### Cálculo potência aparente do bairro pelo método de sobrecarga admissível

$$S'_B = S'_{NT} \geq \frac{S_B}{K_{scadm}} \text{ (Equação 23)}$$

$K_{scadm}$  – é o coeficiente de sobrecarga admissível e varia entre (0 a 30) % da carga nominal. Cálculo da potência do transformador.

$$S_{NT} \geq S'_{NT}(1 + T_X)^n \text{ (Equação 24)}$$

Onde:

$S_{NT}$  – É a potência nominal do transformador dimensionado;

$S'_{NT}$  – É a potência aparente nominal de sobrecarga;

$T_X$  – Taxa de crescimento do bairro por ano;

n – Número de anos.

### 3.6. Cálculo das potências a instalar no bairro

#### 3.1.6. Dados

N°	Tipo de casas	N° de casas
1	Casas do tipo 1	80
2	Casa do tipo 2	56
3	Casas do tipo 3	39
Total		175

### 3.1.1.6.Cálculo da área total das casas

Tabela 8: Cálculo da área total das casas

		Casa tipo 1			Casa tipo 2			Casa tipo 3		
		C(m)	L(m)	$A_T(m^2)$	C(m)	L(m)	$A_T(m^2)$	C(m)	L(m)	$A_T(m^2)$
1	Sala	4	4	16	4	4	16	4	4,5	18
2	Quarto 1	3,5	3	10,5	3,5	3	10,5	3,5	3	10,5
3	Quarto 2				3	3,8	11,4	3	3,8	11,4
4	Quarto 3							3	3,5	10,5
5	Cozinha	3	3		3	2,7		3	3	
6	Casa de banho	3	2		2	3		2	2,8	
7	Dispensa									
Área total		26,5			37,9			48,4		

### 3.1.1.1.6.Cálculo das potências ligadas das casas

Tabela 9: Cálculo das potências ligadas das casas

		Casa Tipo 1		Casa Tipo 2		Casa Tipo 3	
	Formula	Valor	Resp.	Valor	Resp.	Valor	Resp.
$S_{itug}$	$A_T \cdot 25VA$	26,5.25	0,663	37,9.25	0,948	48,4.25	1,21
$S_{clim}$	$A_T \cdot 80VA$	26,5.80	2,12	37,9.80	3,032	48,8.80	3,872
$S_{ins}$	$S_{itug} + S_{clim}$	0,663+2,12	2,783	0,948+3,032	3,98	1,21+3,872	5,082
$P_L$	$S_{ins} \cdot \cos\phi$	2,783.0,8	2,226	3,98.0,8	3.184	5,082.0,8	4,0656

### Cálculo da área total da escola

Tabela 10: Cálculo da área total da escola

	Dimensão em (m)		$A = C \times L$	$A_T = A.N + A_S + A_G$
	Comprimento	Largura		
9 Salas de aulas	6	5	30	$30 \times 6 + 12 + 9 = 201m^2$
Secretaria	4	3	12	
Gab. Director	3	3	9	

### 3.7.Cálculo da potência total da escola

Tabela 11: Cálculo da potência total da escola

Símbolo	Unidade	Formula	Designação	Valor
$P_{ilum}$	Kw	$P_{ilum} = A_T \times P_P \times K_u$	$P_{ilum} = 201.25.0,8$	4,02
$P_{tom}$	Kw	$P_{tom} = A_{S,G} \times P_P \times K_u$	$P_{tom} = (12 + 9). 80.0,8$	1,344
$P_{total}$	kw	$P_{total} = P_{tom} + P_{ilum}$	$P_{total} = 4,02 + 1,344$	5,364

### Cálculo da área total da mercearia

Tabela 12: Cálculo da área total da mercearia

Divisão	Dimensões em (m)		$A_T = (C \times L)$
	Comprimento	Largura	
	5	4	$5 \times 4 = 20m^2$

### 3.7.Cálculo da potência da mercearia

Tabela 13: Cálculo da potência da mercearia

Símbolo	Unidade	Formula	Designação	Valor
$P_{ilum}$	KW	$P_{ilum} = A_T \times P_P \times K_u$	$P_{ilum} = 20.25.0,8$	0,4
$P_{tom}$	KW	$P_{ilum} = A_T \times P_P \times K_u$	$P_{ilum} = 20.80.0,8$	1,28
$P_{total}$	KW	$P_{total} = P_{tom} + P_{ilum}$	$P_{total} = 0,4 + 1,28$	1,68

### Cálculo de potência de iluminação pública

Dados

$$P_{lâmpada} = 150w$$

$$n = 30 \text{ Lâmpadas}$$

Resolução

$$P_{IP} = P_{lâmpadas} \times n \quad (\text{Aplicando a equação 14})$$

$$P_{IP} = 150 \times 30 = 4500w = 4,5kw$$

### 3.8.Determinação da potência do transformador

Dados

	Nº de casas	Potência ligada	Factor de utilização
Casa tipo 1	80	2,226	0,6
Casa tipo 2	56	3.184	0,6
Casa tipo 3	39	4,0656	0,6

Nota: O número total das casas a ligar são 175 residências, e 2 mercearias.

#### 3.1.8.Cálculo da potência das casas do tipo 1

$$P_{h1} = n. P_1. \alpha_i. g_1 = 80.2,226.0,6. \left(0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{80}}\right) = 30,92kw$$

### 3.1.1.8.Cálculo da potência das casas do tipo 2

$$P_{h2} = n.P_2. \alpha_i. g_1 = 56.3,184.0,6. \left(0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{56}}\right) = 32,833kW$$

### 3.1.1.1.8.Cálculo da potência das casas do tipo 3

$$P_{h2} = n.P_3. \alpha_i. g_1 = 36.4,066.0,6. \left(0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{36}}\right) = 29,275kW$$

### 3.1.1.1.1.8.Cálculo da potência total das casas

$$P_{hhT} = P_{h1} + P_{h2} + P_{h3} = 30,92 + 32,833 + 29,275 = 93,028kW$$

### Cálculo da potência das instituições públicas

$$P_{hp} = g_2 \times \sum P_L \times \alpha_i = 0,85. [0,75.5,364 + 0,6.1,68 + 1.4,5] \\ = 8,101kW$$

### 3.9.Cálculo da potência do bairro

$$P_B = P_{hhT} + P_{hp} = 93,028 + 8,101 = 101,129kW$$

### 3.1.9.Cálculo da potência aparente do bairro habitacional

$$S_B = \frac{P_B}{\cos\phi_m} = \frac{101,129}{0,8} = 126,41KVA$$

Cálculo da potência aparente do bairro pelo método de sobrecarga admissível. O coeficiente de sobrecarga admissível varia de 0 a 30%, mas neste projecto considerou-se um coeficiente de sobrecarga de 25%, com uma taxa de crescimento anual da carga de 8%, num período de 10 anos.

$$K_{scadm} = \frac{100\% + Sob_{Adm}}{100\%} = \frac{100\% + 25\%}{100\%} = 1,25$$

### 3.1.1.9.Cálculo da potência aparente pelo método de sobrecarga admissível

$$S'_B = S'_{NT} \geq \frac{S_B}{K_{scadm}} = \frac{126,41}{1,25} = 101,128KVA$$

### 3.1.1.1.9.Determinação da potência necessária do Transformador

$$S_{NT} \geq S'_{NT} (1 + T_X)^n = 101,128. (1 + 8\%)^{10} = 218,32KVA$$

### 3.1.1.1.1.9.Escolha do transformador padronizado

$$S_{NT} \geq S''_{NT} = 250KVA \geq 218,32KVA$$

$$S_{NP} = 250KVA \quad \text{Ver a tabela no anexo 17}$$

O transformador de 250KVA estará operar a 87,34% da sua potência.

### 3.10. Dimensionamento do cabo alimentador do quadro geral de baixa tensão

Cálculo da corrente secundária nominal do transformador

$$I_{2n} = \frac{S_{NP}}{\sqrt{3} \times U_{20}} = \frac{250}{\sqrt{3} \times 400} = 360,84A$$

O cabo será de cobre, VAV, instalado ao ar, a uma temperatura média ambiente de 35° C, com uma secção de  $(3 \times 185 + 95)mm^2$ . Ver a tabela no Anexos 14.

### 3.11. Dimensionamento da Linha de Baixa Tensão

#### 3.1.11. Saída 1

A saída 1 terá uma extensão total de 400m, sendo 10m a distância do Quadro geral de Baixa tensão até ao primeiro poste. O vão intermédio escolhido neste projecto é de 40 m, pelo que  $400/40 = 10$  Postes

Dados:

$$P_{l1} = P_{h1} + P_{hp} + P_{h3} = 30,92kw + 8,101kw + 29,275kw = 68,296kw$$

$$\gamma_{Al} = 36mm^2$$

$$l = 400m$$

$$U = U_{2n} = 400V$$

$$\Delta U_{maxima\ admissivel} = 5\% \text{ de } 400V = 20V$$

#### 3.1.1.11. Cálculo da secção da saída 1

$$S = \frac{P_i \times l_i}{\gamma_{Al} \times U \times \Delta U} = \frac{68,296 \times 400}{36 \times 400 \times 20} = 94,46mm^2$$

$$S_n = 95mm^2$$

#### Cálculo da corrente da linha

$$I_1 = \frac{P_{l1}}{U_{20} \times \cos\phi \times \sqrt{3}} = \frac{68,296kw}{400 \times 0,8 \times \sqrt{3}} = 123,22A$$

## Determinação do calibre do aparelho de proteção

1-Determinação da corrente da capacidade máxima do cabo

$$I_{max} = 190A \text{ ver a tabela no anexo 18}$$

2- Determinação do factor de redução com base no modo de montagem. O cabo será instalado ao ar, a partir do Quadro geral de baixa tensão até no primeiro poste e daí para diante cada cabo seguirá a sua direção. Daí que  $\beta = 0,95$ . Ver a tabela no anexo 19.

3- Determinação do factor de correção para a temperatura ambiente diferente de 20°C, daí que considerou-se uma temperatura ambiente de 35°C. Daí que  $\gamma = 0,82$ . Ver a tabela no anexo 20.

4- Cálculo de  $I_Z$

$$I_Z = I_{max} \times \beta \times \gamma = 190 \times 0,95 \times 0,82 = 148,01$$

5- Cálculo de  $1,15I_Z$

$$1,15 \times 148,01 = 170,212A$$

6- Solução

$$I_S \leq I_N \leq I_Z \qquad I_{nf} \leq 1,15 \cdot I_Z$$

$$123,22 \leq 100 \leq 148,01$$

$$130 \leq 170,21$$

Ver a tabela anexo 21

A saída será protegida por fusíveis NH1 da classe gl, 1 por fase.

### Características do aparelho de protecção

$$I_N = 100A$$

$$I_{nf} = 130A$$

$$I_F = 160A$$

#### 3.1.1.1.11.Saída 2

A Saída 2 terá uma extensão total de 760m, sendo 20m a distância do QGBT até ao primeiro poste. Daí que  $440/40 = 11$  Postes

Dados:

$$P_{l2} = P_{h2} = 32,833kw$$

$$\gamma_{Al} = 36mm^2$$

$$l = 760m$$

$$U = U_{2n} = 400V$$

$$\Delta U_{\text{máxima admissível}} = 5\% \text{ de } 400V = 20V$$

### 3.1.1.1.11. Cálculo da secção da saída 2

$$S = \frac{P_i \times l_i}{\gamma_{Al} \times U \times \Delta U} = \frac{32,833 \text{ kw} \times 760}{36 \times 400 \times 20} = 86,643 \text{ mm}^2$$

$$S_n = 95 \text{ mm}^2$$

### Cálculo da corrente da linha

$$I_1 = \frac{P_{l1}}{U_{20} \times \cos \varphi \times \sqrt{3}} = \frac{32,833 \text{ kw}}{400 \times 0,8 \times \sqrt{3}} = 59,24A$$

### Determinação do calibre do aparelho de protecção

Determinação da corrente da capacidade máxima do cabo

$$I_{\text{max}} = 190A \text{ ver a tabela no anexo 18.}$$

2- Determinação do factor de redução com base no modo de montagem. O cabo será instalado ao ar, a partir do Quadro geral de baixa tensão até no primeiro poste e daí para diante cada cabo seguirá a sua direcção. Dai que  $\beta = 0,95$  ver a tabela no anexo 19.

3- Determinação do factor de correcção para a temperatura ambiente diferente de 20°C, dai que considerou-se uma temperatura ambiente de 35°C. Dai que  $\gamma = 0,82$  ver a tabela no anexo 20.

4- Cálculo de  $I_z$

$$I_z = I_{\text{max}} \times \beta \times \gamma = 190 \times 0,95 \times 0,82 = 148,01$$

5- Cálculo de  $1,15I_z$

$$1,15 \times 148,01 = 170,212A$$

6- Solução

$$I_S \leq I_N \leq I_z$$

$$I_{nf} \leq 1,15 \cdot I_z$$

$$59,24 \leq 100 \leq 148,01$$

$$130 \leq 170,21$$

Ver a tabela no anexo 21

A saída será protegida por fusíveis NH1 da classe gl, 1 por fase.

### Características do aparelho de proteção

$$I_N = 100A \quad I_{nf} = 130A \quad I_F = 160A \quad \text{ver a tabela no anexo 21.}$$

Impedância da Linha de Baixa tensão

$$Z_\alpha = Z_L \times \left(\frac{U_{2n}}{U_{1n}}\right)^2 \quad (\text{Equação 25})$$

Onde:

$Z_\alpha$ - Impedância da linha BT

$Z_L$ - Impedância da linha MT

$U_{2n}$ - Baixa tensão

$U_{1n}$ - Média tensão

$$Z_\alpha = 1.922 \times \left(\frac{0.4kV}{11kV}\right)^2 = 1.922 \times 0.001322 = 0.00254\Omega$$

### Cálculo Mecânico

Este cálculo é feito considerando as condições mais desfavoráveis de montagem.

### Cálculo da profundidade de encastramento dos apoios

A profundidade de encastramento dos apoios ( $P_e$ ), é dada pela equação abaixo, em que  $H=9m$  é a altura total do apoio. Neste caso:

$$P_e = 0.5 + 0.1 \times H$$

Onde:

H- Altura do poste

Portanto:

$$P_e = 0.5 + 0.1 \times 9 = 1.4m$$

### Cálculo das Espias

O cálculo da espia (E) compreende a distância da profundidade de encastramento até ao ponto onde se vai abrir a cova do apoio, obedecendo a expressão:

$$E = \frac{2 \times H_u}{3} \quad (\text{Equação 26})$$

Onde:

$H_u$  - Altura da espia no poste, onde fixa a cabeça de espia.

Por tanto:

$$E = \frac{2 \times 7}{3} = 4.67m$$

### 3.12. Dimensionamento da linha de média tensão

#### 3.1.12. Tensão económica de transmissão

Nas linhas de média tensão encontramos padrões de tensão de transmissão de 11 e 33kv.

A tensão económica de transmissão é determinada pela *fórmula empírica de Still*, que é uma fórmula prática que dá o valor da tensão em função da distância e potência a transmitir, valor sobre o qual a transmissão é economicamente viável do ponto de vista dos custos dos materiais a aplicar e as quedas de tensão na linha.

$$U_{económica} = 5.5 \times \sqrt{\left(\frac{l}{1.61} + \frac{P}{100}\right)} \quad (\text{Equação 27})$$

Onde:

$U_{económica}$  - tensão económica de transmissão, em kV;

$l$  - comprimento da linha, em km;

$P$  - potência máxima estimada do sistema, em kW.

Sendo 250 kVA a potência aparente a transmitir,  $\cos\varphi = 0.8$  e 0.49km o comprimento da linha, obtém-se:

$$P = S_{NP} \times \cos\varphi = 250kVA \times 0.8 = 200kW$$

$$U_{económica} = 5.5 \times \sqrt{\left(\frac{0.49km}{1.61} + \frac{200kW}{100}\right)} = 8.34kV$$

Dos padrões existentes é economicamente viável fazer a transmissão a 33kV. Assim, a linha de média tensão a ser construída poderá ser interligada à já existente sem nenhum inconveniente.

### 3.1.1.12. Escolha do condutor de fase

O condutor de fase a ser usado será flexível do tipo ACSR dado ser comum nas linhas de transmissão do nosso país. A escolha da secção do condutor será feita considerando as limitações impostas pela densidade económica de corrente, da capacidade de transporte, bem como o limite de queda de tensão admissível. Vai se considerar apenas os que são mais aplicados nas redes de MT, estes são: *Squirrel, Ferret e Mink*.

A densidade considerada económica é  $\partial = 1.1 [A/mm^2]$ , e a partir desta determinamos a secção técnica que é dada pela equação 28:

$$A = \frac{I_l}{\partial} \quad (\text{Equação 28})$$

Onde:

A- é a secção mínima do condutor a ser usado ( $mm^2$ )

$I_l$ - corrente máxima de serviço da linha, dada por:

$$I_l = \frac{S_{NP}}{\sqrt{3} \times U_n}$$

Onde:

$S_{NP}$ - potência a transportar

$U_n$ - tensão da linha MT

$$I_l = \frac{250}{\sqrt{3} \times 11} = 13.12A \quad (\text{Equação 29})$$

$$A = \frac{13.12}{1.1} = 11,287mm^2$$

Das características dos condutores apresentados considerando estudos posteriores, o condutor a ser usado na MT será *Squirrel 25mm<sup>2</sup>*, é o mais viável para este projecto pelo facto de possuir maior capacidade de transporte. A tabela a seguir mostra as características do parâmetro da linha:

Tabela 14: Parametros da linha

Parâmetro	Unidade	Valor
Secção nominal	$mm^2$	25
Resistencia quilométrica a 20°C	$\Omega/km$	0.727

Temperatura de operação	°C	35
Coeficiente de temperatura	°C <sup>-1</sup>	0.004
Diâmetro do condutor	mm <sup>2</sup>	10,49
Comprimento da linha	km	0.46
Potência transportada	kVA	250

### Distâncias entre condutores

Tabela 15: Distancia entre condutores

Condutores	Distância
Distância entre as fases 1 e 2 ( $D_{12}$ )	1000 mm
Distância entre as fases 1 e 3 ( $D_{13}$ )	2000 mm
Distância entre as fases 2 e 3 ( $D_{23}$ )	1000 mm

#### 3.1.1.1.12. Resistência à temperatura de operação

A resistência por km a uma temperatura diferente de 20° C é dada pela seguinte expressão:

$$R_{\theta} = R_{20}[1 + \alpha_t(\theta - 20^{\circ})] \quad (\text{Equação 30})$$

Onde

$R_{\theta}$ - Resistência eléctrica a temperatura

$R_{20}$ - Resistência quilométrica a 20°C, em  $\Omega/\text{km}$

$\alpha_t$ - Temperatura de operação considerada

Substituindo os dados na equação acima, teremos:

$$R_{35} = R_{20}[1 + \alpha_t(\theta - 20^{\circ})]$$

$$R_{35} = 0.727[1 + 0.004(35^{\circ} - 20^{\circ})] = 0.77\Omega/\text{km}$$

Portanto, A resistência total da linha será:

$$R_{\theta} = R_{35} \times l_c \quad (\text{Equação 31})$$

Considerando-se que, o comprimento do condutor considerado 1.15 vezes o comprimento da linha devido as flechas nos vãos:

$$l_c = 1.14 \times l = 1.15 \times 0.46 = 0.529 \text{ km}$$

Então

$$R_{\theta} = 0.77 \times 0.529 = 0.407$$

### 3.1.1.1.1.12. Resistividade da linha

Dados:

$$\rho = 0.028 \Omega / \text{mm}^2$$

$$l = 0.46 \text{ km}$$

$$S = 25 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \times \frac{l}{S} = 0.028 \times \frac{460}{25} = 0.5152 \Omega \quad (\text{Equação 32})$$

### Reactância da linha

A reactância por km é determinada pela expressão:

$$X' = 4\pi \times 10^{-7} \times f \times \ln \frac{D_{mg}}{r_{mg}} \quad (\text{Equação 32})$$

Onde:

$f$ - é a frequência (para a rede nacional  $f = 50 \text{ Hz}$ );

$D_{mg}$ - é a distância média geométrica entre condutores;

$r_{mg}$  - é o raio médio geométrico do condutor.

$$D_{mg} = \sqrt[3]{(D_{12} \times D_{13} \times D_{23})} = \sqrt[3]{(1000 \times 2000 \times 1000)} = 1259.92 \text{ mm} = 1.259 \text{ m}$$

$$r_{mg} = r \times e^{\frac{-1}{4}} = \frac{10.49}{2} \times 0.779 = 4.085 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$X' = 4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times \ln \frac{1.259}{4.085 \times 10^{-3}} = 0.36 \Omega / \text{km}$$

A reactância total será:

$$X = X' \times l_c = 0.35 \times 1.15 \times 0.46 = 1.852 \quad (\text{Equação 33})$$

## Impedância da linha

$$Z_L = \sqrt{(R^2 + X^2)} = \sqrt{0.5152^2 + 1.852^2} = 1.922$$

## Cálculos Mecânicos

Neste cálculo serão determinadas as condições de instalação dos condutores, isoladores, apoios e outros acessórios da linha. Este cálculo é feito considerando as condições mais desfavoráveis de montagem.

### Cálculo Mecânico do Condutor

Para o condutor determina-se a carga e tensão de segurança, com base nas características mecânicas do condutor. O condutor a ser usado (*Squirrel*) apresenta a carga de ruptura:  $T = 1320\text{kg}$ . A carga de segurança ( $\sigma_a$ ) e a tensão de segurança ( $to$ ) são dadas pelas expressões:

$$\sigma_a = \frac{T}{C_s} \quad (\text{Equação 34})$$

$$to = \frac{\sigma_a}{s} \quad (\text{Equação 35})$$

Onde:

$C_s$ - é o coeficiente de segurança (=2.85 segundo o RSLEAT)

$s$ - é a secção total do condutor

Portanto:

$$C_a = \frac{1320}{2.85} = 463.15\text{kg} \quad \text{e} \quad to = \frac{463.15}{25} = 18.526\text{kg/mm}^2$$

### Cálculo da profundidade de encastramento dos apoios

A profundidade de encastramento dos apoios, é dada pela equação abaixo, em que  $H=12.25\text{m}$  é a altura total do apoio. Neste caso:

$$P_e = 0.5 + 0.1 \times H = 0.5 + 0.1 \times 12.25 = 1.725\text{m}$$

## **Cálculo das Espias**

O cálculo da espia (E) compreende a distância da profundidade de encastramento até ao ponto onde se vai abrir a cova do apoio, obedecendo a expressão:

$$E = \frac{2 \times H_u}{3}$$

Onde:

$H_u$  - Altura da espia no poste, onde fixa a cabeça de espia.

Por tanto:

$$E = \frac{2 \times 10,525}{3} = 7,02m$$

### **3.1.1.1.1.12.Ponto de tomada da média tensão**

A linha da média tensão EZ3 é alimentada pelo transformador da subestação de Muhalaze que tem uma potência aparente de 30MVA, segunda a equação 6.

$$P = S \times \cos\varphi = 30MVA \times 0.8 = 24MW$$

Com base na carga de 11,24MW na hora do pico que esta sendo consumida, o transformador opera a 50% a metade da sua capacidade, sendo assim o transformador tem uma disponibilidade de potência na ordem de 50% que da para alimentar futuras cargas.

## **Capitulo IV**

### **4.1.Memória Descritiva e Justificação**

#### **4.1.1.Generalidade**

A Presente Memória Descritiva e Justificativa diz respeito a Instalação Eléctrica de um Posto de Transformação Aéreo de 250 KVA, com alimentação em linha aérea, situada na zona do Mukhatine no Bairro de Boquisso. E tem como objectivo o fornecimento de energia eléctrica para alimentar 177 novos consumidores, onde 175 são residências e 2 mercearias.

#### **4.2.Alimentação**

A alimentação do Posto de Transformação far-se-á através de uma linha de 33KV e terá uma distância de 420m, até o local da implantação do novo Posto de Transformação.

#### **4.3.Posto de Transformação Aéreo**

O Posto de Transformação a ser estabelecido será de tipo exterior, onde o Transformador será montado sobre uma base de alvenaria, situada entre os postes do pórtico de chegada da linha de média tensão. Os postes serão de madeira tratada com 12,25 metros de altura.

A altura da base da alvenaria será construída para que as peças acessíveis em tensão fiquem a uma altura superior a 2,5 metros do solo.

#### **4.4.Pórtico**

O pórtico será constituído por dois postes de eucalipto creosotado de 12,25 metros de altura, e com um diâmetro de 18 cm no topo e 23,25 cm na base. A profundidade do enterramento dos dois postes será de 2 metros, tendo sido colocado duas coroas de pedras grandes no início do meio superior da cova. A distância entre os dois postes será de 2,5 metros entre os eixos. (Ver no anexo 1)

#### **4.5.Espiamento**

Terá duas espias montadas no lado oposto a chegada da linha, em cabo de aço, que estarão amaradas com seracabos ao ponto comum de fixação. A âncora será montada a 7 metros do ponto médio do pórtico, isto na horizontal e a fixação ao pórtico estará a uma altura de 10,2 metros, donde nestas espias serão

montados isoladores de espia adequados à tensão mais elevada do Posto de Transformação.

#### **4.6. Barramento de Média Tensão**

O barramento de média tensão está instalado nos isoladores assentes em travessas de ferro.

O pórtico é composto por 4 travessas de ferro, discriminando do topo para base, a primeira travessa de chegada da linha de média tensão, donde os 3 (três) Isoladores de fim de linha ou em cadeia estão na posição horizontal ao pórtico para a recepção da linha de média com a tensão nominal de 33KV, e a mesma travessa estão instalados no lado de cima 3 (três) pára-raios destinando-se à protecção contra as sobre tensões de origem atmosférica cuja ligação à linha de média tensão é feita com a mesma secção do condutor da linha, e a tensão nominal dos pára-raios é em função do nível de tensão de rede, tendo em consideração do regime do neutro ligado directamente à terra.

A segunda e a quarta travessa estão fixados os isoladores de passagem

A terceira travessa esta fixa os órgãos de protecção contra curto-circuitos, que também executam o corte visível da instalação os Drop-Out que foram escolhidos em função do nível de tensão à 33 KV.

#### **4.7. Transformador de Potência**

O Transformador de Potência a instalar neste Posto de Transformação Aéreo será da marca Tecnel, para montagem exterior para climas tropicais, banhados a óleo, arrefecimento natural e com as seguintes características:

Potência Nominal – 250 KVA

Tensão Nominal no primário – 33KV

Tensão Nominal no secundário – 400/231V

Frequência – 50Hz

#### **4.8.Base de Alvenaria**

A Base de Alvenaria será construída de tal modo que a parte superior sustentará o Transformador de Potência acima de 1200Kg e a inferior alojara o Quadro de Baixa Tensão, sendo a sua construção executada de forma a suportar o peso do Transformador e que para o efeito construiu-se quatro (4) vigas armados em ferro de diâmetro de 12 mm (comportando os 4 pilares) que suportam uma placa que será composta por malhas de ferro também de 12 mm de diâmetro.

O Quadro de Baixa-Tensão será protegido através de uma porta dupla do tipo metálico, providos de uma fechadura para dificultar o acesso as pessoas estranhas.

#### **4.9.Quadro de Baixa-Tensão**

O Quadro de Baixa Tensão estará alojado dentro de alvenaria que em simultâneo sustenta o Transformador de Potência e será composto por cantoneiras chumbadas na base de alvenaria onde estarão montadas as bases de corta circuitos fusíveis do tipo NH para três saídas (uma de reserva) e que estas saídas estão precedidas de um disjuntor de Baixa Tensão destinando a proteger a instalação a sua jusante e que fora dimensionado tendo-se em conta o valor nominal da corrente secundária do transformador de potência e que para este caso instalara-se um disjuntor regulável com a capacidade máxima de 250 A considerando que no secundário do transformador teremos uma corrente de 360,84A, o tipo de disjuntor sera "SACE" SN-400 (Ver a tabela no anexo 15)

#### **4.10.Redes de BT**

A rede da baixa tensão estende se por 1.3km apartir do PT até os consumidores, e é composta por duas saídas e uma reserva. Os cabos a usar nas redes BT é o torçado com secção de  $95mm^2$ . A rede BT é constituída com por 33 postes. Ver Apêndice 3.

#### **4.11.Redes MT**

A rede MT estende se por 460m apartir do ponto de tomada da média tensão até o transformador.O condutor a ser usada na linha MT é o Squirrel com uma secção de  $25mm^2$ , a rede sera constituída por 9 postes de 12.525m. Ver Apêndice 2.

## 4.12.Orçamento

Tabela 16: Levantamento dos preços

Ordem	Designação	Unidade	Qty	P. Unitário	Total
1	Transformador de 250KVA 33/0.4KV Cobre	Un	1	799 999,00	935 998,83
2	Poste de Madeira Creosotado de 12m, 160-180mm	Un	10	11 432,74	133 763,06
3	Cabo VAV 4x185mm <sup>2</sup>	m	13	8 500,00	129 285,00
4	Quadro Electrico com Disjuntor de 400A 3 saídas	m	1	317 545,00	371 527,65
5	Drop Outs 33/200KVP3.2	un	6	7 584,28	53 241,65
6	Pára-raios "XBE" 36KV polymer-P3.2	un	3	7 177,06	25 191,48
7	Condutor SQUIRREL ACSR 73.65mm <sup>2</sup> CAO5MZ	m	1 656	127,00	246 065,04
8	Cobre nú de 70mm <sup>2</sup>	m	100	557,27	65 200,59
9	Isoladores horizontais de passagem c/ pernos curtos	un	24	3 001,51	84 282,40
10	Isoladores de cadeia de silicone de 33KV	un	15	1 871,91	32 852,02
11	Piças de amarração Tipo pistola	un	15	1 044,26	18 326,76
12	Rotulas olhal	un	15	785,50	13 785,53
13	Bola Gancho	un	15	1 052,10	18 464,36
14	Terminiais Bi-metalicos Al/Cu de 95mm	un	21	649,94	15 969,03
15	Terminais de cobre de 185mm x 12mm	un	10	570,27	6 672,16
16	Terminais de cobre de 35mm x 12mm	un	12	89,91	1 262,34
17	Electrodos de terra 2.4mxM16	un	32	760,60	28 476,86
18	Abraçadeiras ER70C para electrodos de terra	un	44	278,50	14 337,18
19	Condutor PBT /V/PVI 35mm <sup>2</sup> (azul)	m	16	602,20	11 273,18
20	Ligadores paralelo de aluminio 16-120mm, 2 parafusos	un	12	546,17	7 668,23
21	Ligador de cobre de garra 25-120mm	un	4	1 510,01	7 066,85
22	Ferro L 80x80x8MM Com 2.6m (alinhamento)	un	12	7 741,32	108 688,13
23	Ferro L 100x50x6MM Com 3m	un	3	11 743,50	41 219,69
24	Ferro U 100x50x6MM Com 3m	un	4	12 917,80	60 455,30
25	Cruzentas L 50x50x5mm com 980mm	un	24	1 207,36	33 902,67
26	espia completa de Media Tensão	un	4	15 780,20	73 851,34
27	Cabo de aço 3x3.35mm para aterramento dos postes	m	140	180,71	29 600,30
28	Prego de aço tipo U	Kg	3	825,62	2 897,93
29	Tubo PVD 110mm x 4m	un	1	5 400,80	6 318,94
30	Varão roscado galvanizado M20	un	2	743,48	1 739,74

31	Parafuso M20 x 350mm (perno roscado)	un	40	723,45	33 857,46
32	Parafuso olhal M20 x 350mm	un	12	723,45	10 157,24
33	Porca olhal M20 x 350mm	un	3	292,51	1 026,71
34	Anilha de chapa M20	un	40	57,68	2 699,42
35	Anilha de mola M20	un	40	68,83	3 221,24
36	Ligador amovível tipo link	un	2	2 451,78	5 737,17
37	Cinta metálica	un	1	2 785,02	3 258,47
38	pedra rachão para o encastramento dos postes	m <sup>3</sup>	16	1 500,00	28 080,00
39	Maciço e vedação	un	1	95 000,00	111 150,00
40	Cabo torçado	m	1500	233,00	349 500,00
41	Poste de madeira 9m	m	33	5 100	168 300,00
<b>SUB-TOTAL 1 (MATERIAL)</b>					<b>2 097 325,00</b>

#### 4.1.12.Mão de obra

Tabela 17: Orçamento do projecto

MOEDA	METICAL
Mão-de-obra (20% subtotal)	419 465
Imprevistos (5% subtotal)	104 866,25
Custos indirectos (7% subtotal)	146 812,00
Transporte (5% subtotal)	104 866,00
IVA 17%	356 545,25
Custo total do projecto	1 132 554,5

## **Capítulo V**

### **5. Conclusão**

O transformador e os equipamentos do posto de transformação e a rede da média e baixa tensão foram bem dimensionados segundo os regulamentos, daí que se pode assegurar que a instalação da rede de electrificação irá garantir uma boa continuidade de serviço, portanto, pode-se dizer que os clientes da EDM do bairro do Mukhatine, zona do Boquisso terão uma energia não só de óptima qualidade, mas também em boas condições de segurança.

### **6. Recomendações**

Com base nos resultados obtidos durante a elaboração do projecto, aplicando as normas de segurança, tanto para as pessoas como para as instalações, recomenda-se que as obras sejam executadas por técnicos qualificados

Para montagem de linhas de Media Tensão, recomenda-se o Manual de Linhas (1) da EDM e Tecnologia de redes Media Tensão

Para montagem de linhas de Baixa Tensão, recomenda-se Tecnologia de redes Baixa Tensão

Para o desenho das redes da Baixa e Media Tensão, usar o software GPS TrackMaker

Após o término das obras, um técnico experiente terá que medir as tensões no quadro geral de distribuição e verificar se as tensões não poderão exceder 250/433 V, simples e composta respectivamente, de acordo com o R.S.I.U.E.E. no seu art. 7, e se exceder, o técnico terá que abrir os droup-outs com auxílio da vara de manobras e em seguida mudar a posição do tape change do transformador para  $U_N$

Recomenda-se também que se faça manutenção preventiva da rede, com vista a garantir, uma rede de boa qualidade, garantindo segurança aos moradores e boa qualidade de serviço da rede.

## 7. Referências bibliográficas

- [1]. CHAPMAN, Stephen. J. Fundamentos de Maquinas Eléctricas. 5 a ed. Anatólio Laschuk, Porto Alegre, 2013;
- [2]. <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-transformador-tensao-1.htm>
- [3]. Manual Montagens de Linhas (M1) da EDM, de Julho de 2006
- [4]. Manual de Montagem de Postos de Transformação Rurais da EDM, de Julho de 2006
- [5]. Manuel Bolotinha, Transformador de potência.
- [6]. Revista publicitária Transformador ABB, Transformador de Distribuição Trifásico
- [7]. Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento.
- [8]. Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica, Decreto Lei no 740/74 de 26 de Dezembro, alterado pelo Dec. Lei no 303/76 de 26 de Abril e pelo Dec. Reg. No 77/90 de 12 de Março.
- [9]. Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão.
- [10]. Tópicos sobre dimensionamento de transformação para sistema de distribuição, de Março de 2014.

## **Anexos**

## Anexo 1

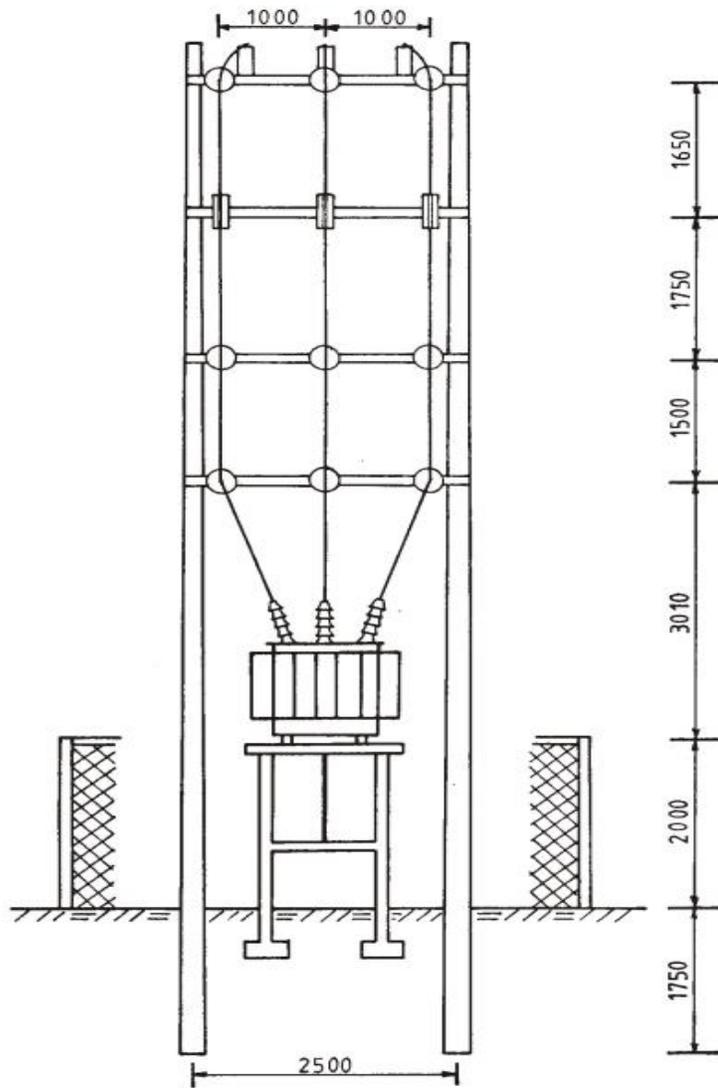


Figura A1-1: Estrutura do posto de transformação assente em Base de Alvenaria (TIPO M2)

## Anexo 2

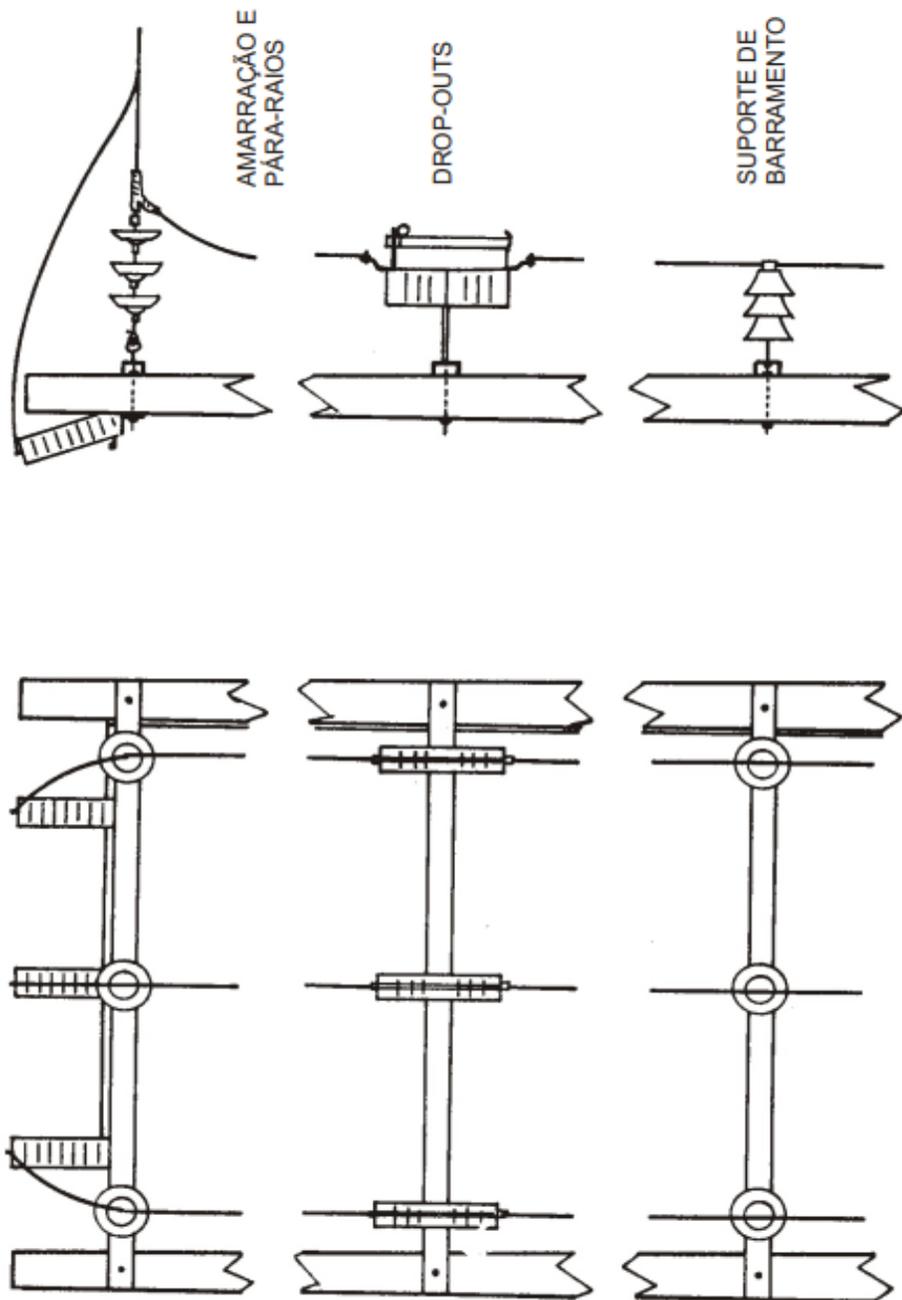


Figura A2-2: Amarração da Linha de Média Tensão

### Anexo 3

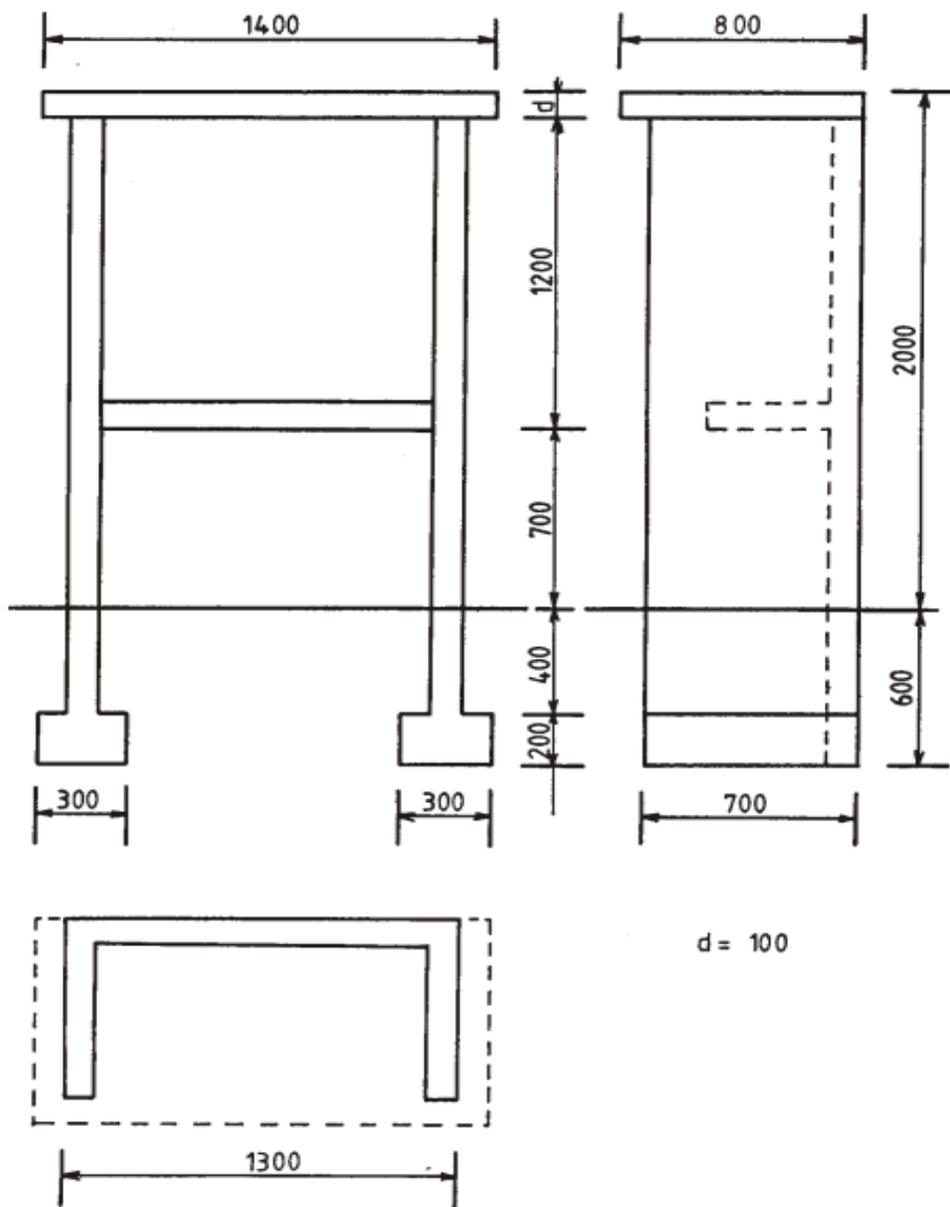


Figura A3-3: Base de Alvenaria

## Anexo 4

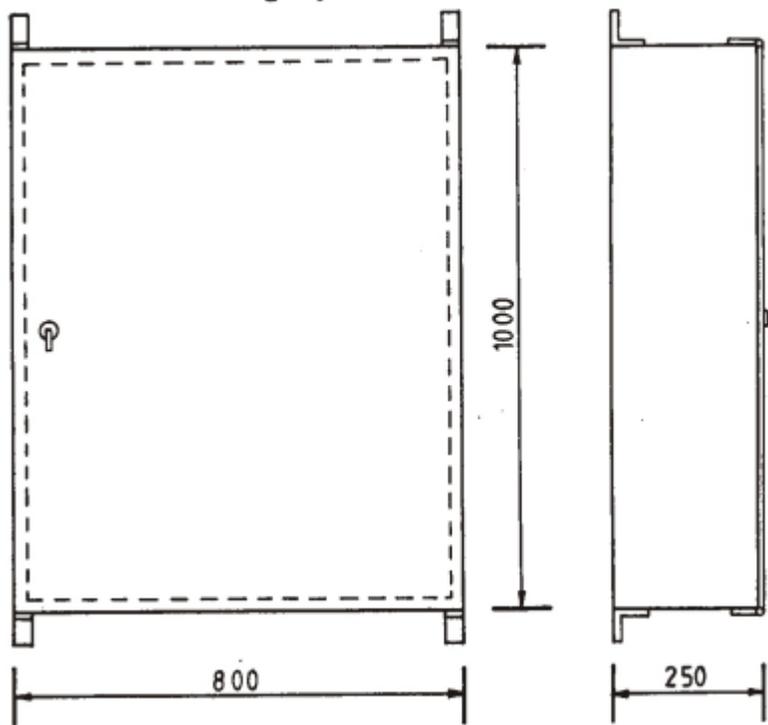


Figura A4-4: Armário da baixa tensão

## Anexo 5

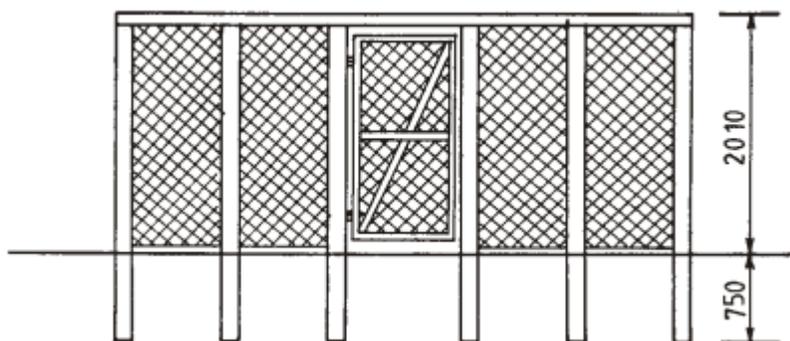


Figura A5-5: Vedação



## Anexo 6



Armação em esteira vertical (rígida em isoladores de eixo horizontal)

Figura A6-6: Armações desniveladas

## Anexo 7



Esteira vertical rfgida.

Figura A7-7: Armações complanares

## Anexo 8



Figura A8-8: Isolador

## Anexo 9



Figura A9-9: Pinça de amarração para 4 condutores

## Anexo 10



Figura 10-10: Pinça de amarração para 2 condutores

## Anexo 11



Figura A11-11: Pinça de suspensão

## Anexo 12



Figura A12-12: Ligador



## Anexo 13

Tabela A13-13: Tensões nominais dos Pára-raios

TENSÃO NOMINAL DA REDE (KV)	Tensão nominal dos Pára-raios "XBE"	
	Neuro isolado	Neuro à terra
6,6	7,2	6
11	12	12
22	24	24
33	36	33

## Anexo 14

Tabela A14-14: Secções dos cabos a usar entre transformador e o quadro de baixa tensão

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Secção (mm <sup>2</sup> )	Corrente admissível (A)
30	43,3	4x16	80
50	72,2	3x25+16	106
100	144,3	3x50+35	159
160	230,1	3x93+50	244
200	288,7	3x150+75	324
250	360,8	3x185+95	371
315	454,7	2(3x95+50)	2x244

## Anexo 15

Tabela A13-15: Característica dos disjuntores usados na BT

Potência transformador (KVA)	Corrente secundária (A)	Tipo disjuntor "SACE"	Tipo relé	Observações
30	43,3	SN - 125	R - 50	-
50	72,2	SN - 125	R - 80	-
100	144,3	SN - 250	R - 200	-
160	230,9	SN - 250	R - 250	-
200	288,9	SN - 400	R - 400	deve ser regulado
250	360,8	SN - 400	R - 400	"
315	454,7	SN - 630	R - 630	"

## Anexo 16

Tabela A16-16: Factor de utilização para as instituições públicas

INSTITUIÇÕES PÚBLICAS	$\alpha_i$
Escola	0,75
Jardim infantil	0,75
Administração	
Restaurante	0,75
Super mercado	0,6
Talho	0,5
Lojas de mercadorias industriais	0,75
Salão	0,6
Correios	0,8
Hospital	0,35
Lavandaria	0,3
Lojas diferentes/Desconhecidos	0,75
Iluminação pública	1,0

## Anexos 17

Tabela A17-17: Tabela de potencias nominais dos transformador

<b>Potencias nominais dos transformadores (KVA)</b>	
50	500
100	630
160	800
200	1000
250	1250
315	1600
400	2000

## Anexo 18

Tabela A18-18: Intensidade admissível em cabos de tensão nominal 0,8\1,2KV ou 2,4\3,6KV

Intensidades admissíveis em cabos de tensão nominal 0,8/1,2 kv ou 2,4/3,6kv

Condutor	SECÇÃO NOMINAL mm <sup>2</sup>	CABOS INSTALADOS AO AR			CABOS ENTERRADOS		
		1 condutor	2 condutores	3 e 4 condutores	1 condutor	2 condutores	3 e 4 condutores
COBRE	1,5	27	22	20	34	30	25
	2,5	36	30	28	45	40	35
	4	48	40	36	60	50	45
	6	60	50	48	75	65	60
	10	85	70	65	105	90	80
	16	115	95	90	140	120	110
	25	145	125	110	180	155	135
	35	175	150	130	220	185	165
	50	205	180	150	260	220	190
	70	260	225	195	325	280	245
	95	310	270	235	390	335	295
	120	355	305	270	445	380	340
	150	400	350	310	500	435	390
	185	440	390	355	550	490	445
	240	500	455	410	625	570	515
	300	555	510	470	695	640	590
	400	630	610	560	785	760	700
500	685	-	-	855	-	-	

ALUMINIO	16	90	75	70	115	95	90
	25	115	100	90	145	125	110
	35	140	120	105	170	150	130
	50	165	150	125	210	180	185
	70	210	180	155	260	225	195
	95	250	215	190	310	270	235
	120	285	245	215	355	305	270
	150	320	280	250	400	350	310
	185	350	310	285	440	390	355
	240	400	365	330	500	455	410
	280	430	-	-	540	-	-
	300	445	410	375	555	510	470
	380	495	-	-	620	-	-
	400	505	490	450	630	610	560
	480	535	-	-	670	-	-
	500	550	-	-	685	-	-

Anexo 19

Tabela A19-20: Factores de correção para cabos instalados ao ar ( $\beta$ )

Factores de correção para cabos instalados ao ar ( $\beta$ )

Número de Cabos	3	6	
Multiplicar os valores da tabela 3 por	Cabos com pequeno afastamento	0,95	0,90
	Cabos encostados	0,80	0,75

## Anexo 20

Tabela A20-21: Factores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 20°C ( $\gamma$ )

Factores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 20 ° c ( $\gamma$ )

Temperatura ambiente ° c		5	10	15	20	25	30	35
Multiplicar os valores Da tabela 3 por	Tensão nominal até 4,8/7,2 kv	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82
	Tensão nominal 7,2/12 kv	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76

## Anexo 21

Tabela A21-22: Características dos corta-circuitos fusíveis

Intensidade nominal $I_N (A)$	Intensidade convencional de não fusão $I_{nf(A)}$	Intensidade convencional de fusão $I_f(A)$
2	3	4
4	6	8
6	9	13
8	12	16
10	15	19
12	17	21
15	21	26
16	22	28
20	28	35
25	35	44
30	39	48
32	41	51
40	52	64
50	65	80
60	78	96
63	82	101
80	104	128
100	130	160
125	162	200
160	208	256
200	260	320
250	325	400
315	410	504
400	520	640
500	650	800
630	820	1008

## **Anexo 22**

Actas dos encontros







**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL07
---------------------	--------------

Data:	07/03/22
-------	----------

**1. AGENDA:**

Apresentação do TAT e discursão em torno do tema

**2. PRESENÇAS**

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Euclides Paulo Davuca
Outros	

**3. RESUMO DO ENCONTRO:**

Correção do tema
Correção dos objectivos e metodologia

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer leitura acerca de posto de transformação
------------------------------------------------

Investigar mais sobre as metologias
-------------------------------------

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO
-----------------------------

28/05/22
----------



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL07
---------------------	--------------

Data:	07/03/22
-------	----------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho acerca da revisão de literatura

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Euclides Paulo Davuca
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Discussão da revisão bibliográfica

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer leituras acerta das linhas de transmissão da media tensão
-----------------------------------------------------------------

Ler acerca dos materias utilizados
------------------------------------

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	01/06/22
-----------------------------	----------



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA: 2021ELEPPL07

Data: 07/03/22

**1. AGENDA:**

Apresentação do avanço do trabalho acerca dos resultados, análise e discussão


**2. PRESENÇAS**

Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Euclides Paulo Davuca
Outros	

**3. RESUMO DO ENCONTRO:**

Fez avaliação de todos os aspectos que fazem parte deste capítulo

--

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer leitura das cargas ligadas ao transformador
Ler acerta do dimensionamento de transformador

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	28/06/22
-----------------------------	----------



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**ACTA DE ENCONTROS**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL07
---------------------	--------------

Data: 07/03/22
----------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho acerca da organização do trabalho

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Euclides Paulo Davuca
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Fez avaliação de todos os aspectos organizacionais do projecto

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer leitura dos cálculos para o dimensionamento do transformador
--------------------------------------------------------------------

Ler acerca sobre factores de utilização
-----------------------------------------

--

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	07/07/22
-----------------------------	----------

## **Anexo 23**

### Relatório de Progresso



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**RELATÓRIO DE PROGRESSO**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL07
---------------------	--------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	11/04/22	20	Melhorar a introdução.	
	20/04/22	60	Clarificar o objectivo principal do trabalho	
	03/05/22	100	Pode avançar com a parte da revisão bibliográfica	
2	15/05/22	30	Definir os conceitos necessários	
	28/05/22	76	Aumentar os conceitos	
	01/06/22	100	Revisar os conceitos das cargas	
3	10/06/22	36	Pode avançar para a parte prática	
	20/06/22	80	Revisar os cálculos sobre dimensionamento do Transformador	
	28/06/22	100	Pode passar para o próximo passo	
4	02/07/22	50	Respeitar as citações e Anexos	
	03/07/22	80	Melhorar a conclusão e Resumo do trabalho	

## **Anexo 24**

### Avaliações



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>1. Resumo</b>					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
<b>Secção 1 subtotal (max: 5)</b>					

<b>2. Organização (estrutura) e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 2 subtotal (max: 45)</b>										

<b>3. Argumentação</b>										
3. 1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 30)</b>										

<b>4. Apresentação e estilo da escrita</b>					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
<b>Secção 4 subtotal (max: 20)</b>					

<b>Total de pontos</b> <b>(max: 100)</b>	
---------------------------------------------	--

<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>1. Resumo</b>					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
<b>Secção 1 subtotal (max: 5)</b>					

<b>2. Organização (estrutura) e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 2 subtotal (max: 45)</b>										

<b>3. Argumentação</b>										
3. 1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 30)</b>										

<b>4. Apresentação e estilo da escrita</b>					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
<b>Secção 4 subtotal (max: 20)</b>					

<b>Total de pontos</b> <b>(max: 100)</b>	
---------------------------------------------	--

<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>1. Resumo</b>					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
<b>Secção 1 subtotal (max: 5)</b>					

<b>2. Organização (estrutura) e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 2 subtotal (max: 45)</b>										

<b>3. Argumentação</b>										
3. 1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 30)</b>										

<b>4. Apresentação e estilo da escrita</b>					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
<b>Secção 4 subtotal (max: 20)</b>					

<b>Total de pontos</b> <b>(max: 100)</b>	
---------------------------------------------	--

<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>1. Introdução</b>										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 1 subtotal (max: 10)</b>										

<b>2. Organização e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						

2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos Resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Secção 2 subtotal (max: 25)</b>										

<b>3. Estilo da apresentação</b>										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 15)</b>										

<b>4. Defesa</b>										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 3 subtotal (max: 50)</b>										

<b>Total de pontos (max: 100)</b>		<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
---------------------------------------	--	--------------------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>1. Introdução</b>										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 1 subtotal (max: 10)</b>										

<b>2. Organização e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						

2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos Resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Secção 2 subtotal (max: 25)</b>										

<b>3. Estilo da apresentação</b>										
3.1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 15)</b>										

<b>4. Defesa</b>										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 3 subtotal (max: 50)</b>										

<b>Total de pontos (max: 100)</b>		<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
---------------------------------------	--	--------------------------	--



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>1. Introdução</b>										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 1 subtotal (max: 10)</b>										

<b>2. Organização e explanação</b>										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						

2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos Resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Secção 2 subtotal (max: 25)</b>										

<b>3. Estilo da apresentação</b>										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais	1	2	3	4	5					
<b>Secção 3 subtotal (max: 15)</b>										

<b>4. Defesa</b>										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Secção 3 subtotal (max: 50)</b>										

<b>Total de pontos (max: 100)</b>		<b>Nota (=Total*0,2)</b>	
---------------------------------------	--	--------------------------	--



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>AVALIADOR</b>	<b>NOTA OBTIDA</b>	<b>PESO (%)</b>
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

<b>CLASSIFICAÇÃO FINAL = <math>(N1*A+N2*B)/100</math></b>	
-----------------------------------------------------------	--

**OS MEMBROS DO JURI:**

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>AVALIADOR</b>	<b>NOTA OBTIDA</b>	<b>PESO (%)</b>
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

<b>CLASSIFICAÇÃO FINAL = <math>(N1 \cdot A + N2 \cdot B) / 100</math></b>	
---------------------------------------------------------------------------	--

**OS MEMBROS DO JURI:**

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL**

Nome do estudante: Euclides Paulo Davuca

Referência do tema: 2022ELEPPL07 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Título do tema: Electrificação na zona de Mukhatine, no bairro de Boquisso,  
Província de Maputo

<b>AVALIADOR</b>	<b>NOTA OBTIDA</b>	<b>PESO (%)</b>
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

<b>CLASSIFICAÇÃO FINAL = <math>(N1 \cdot A + N2 \cdot B) / 100</math></b>	
---------------------------------------------------------------------------	--

**OS MEMBROS DO JURI:**

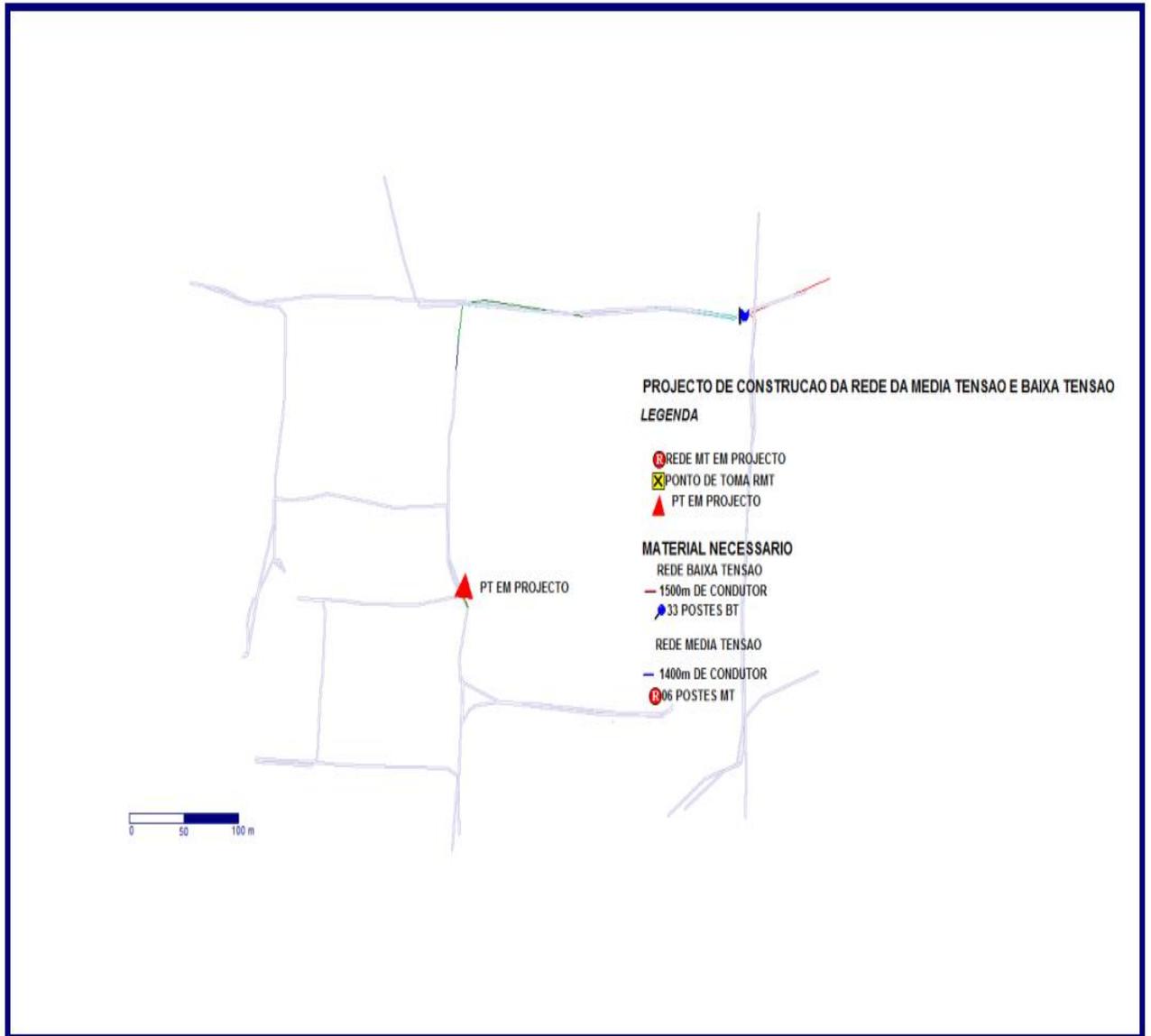
O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

## **Apêndices**

## **Apêndice 1**

Local do posto de transformação

# PROJECTO DA REDE DE ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE - BOQUISSO

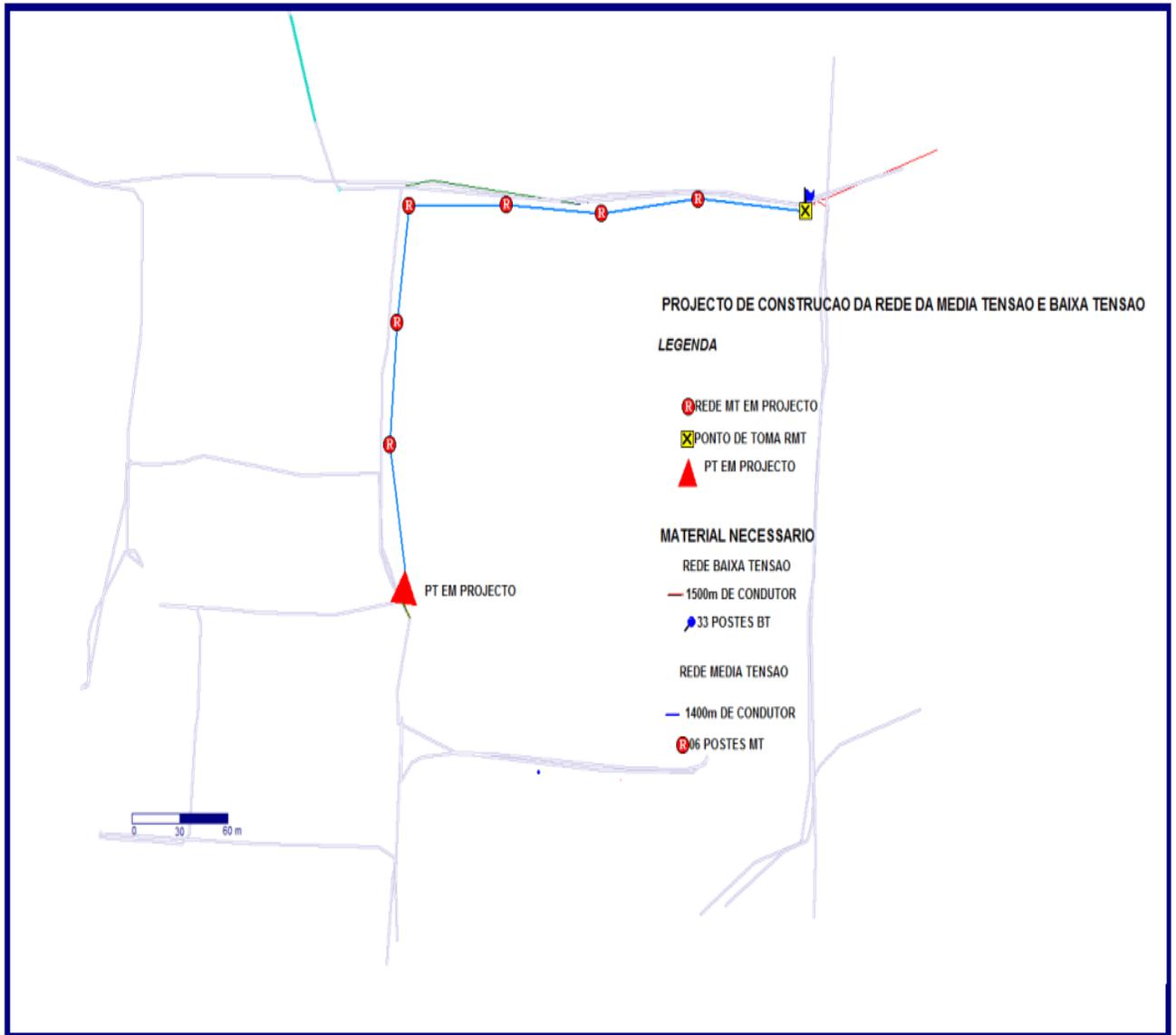


UEM Faculdade de Engenharia Levantou: Davuca, Euclides Paulo Desenhou: Davuca, Euclides Paulo

## **Apêndice 2**

Rede da media tensão

# PROJECTO DA REDE DE ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE - BOQUISSO

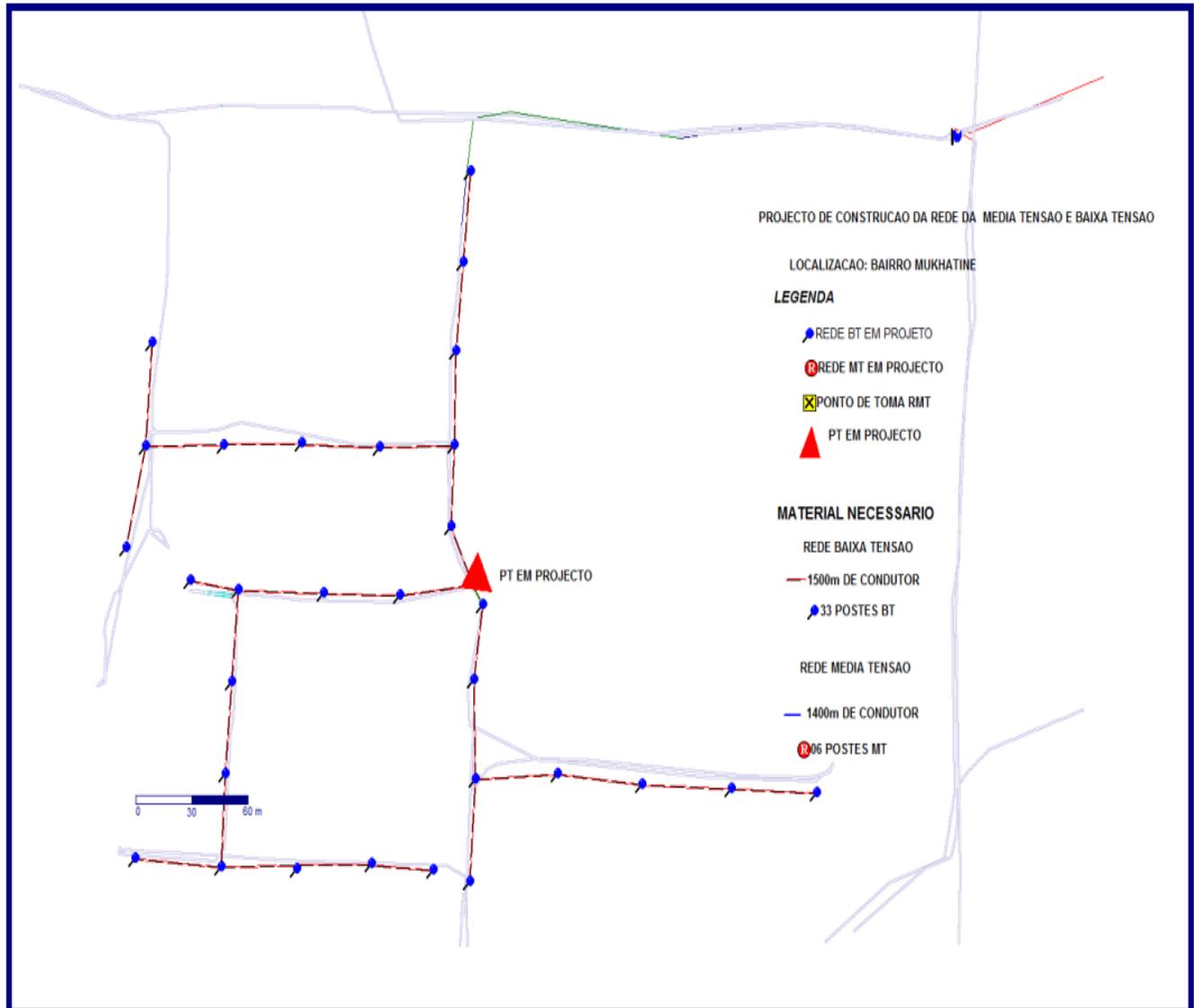


UIEM Faculdade de Engenharia Levantou: Davuca, Euclides Paulo Desenhou: Davuca, Euclides Paulo

## **Apêndice 3**

Rede da Baixa tensão

# PROJECTO DA REDE DE ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE - BOQUISSO

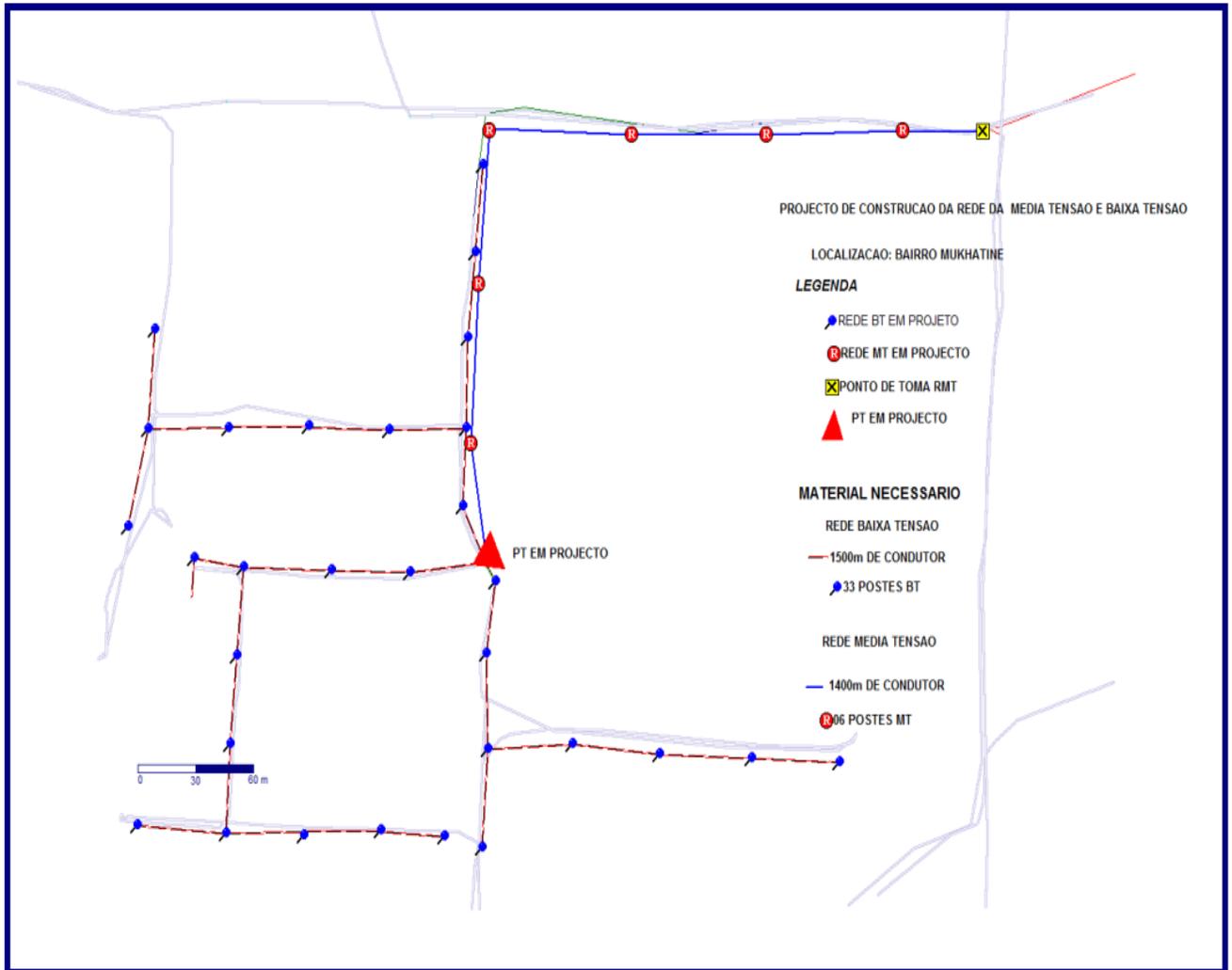


UEM Faculdade de Engenharia Levantou: Davuca, Euclides Paulo Desenhou: Davuca, Euclides Paulo

## **Apêndice 4**

Rede da media tensão e baixa tensão

# PROJECTO DA REDE DE ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE - BOQUISSO

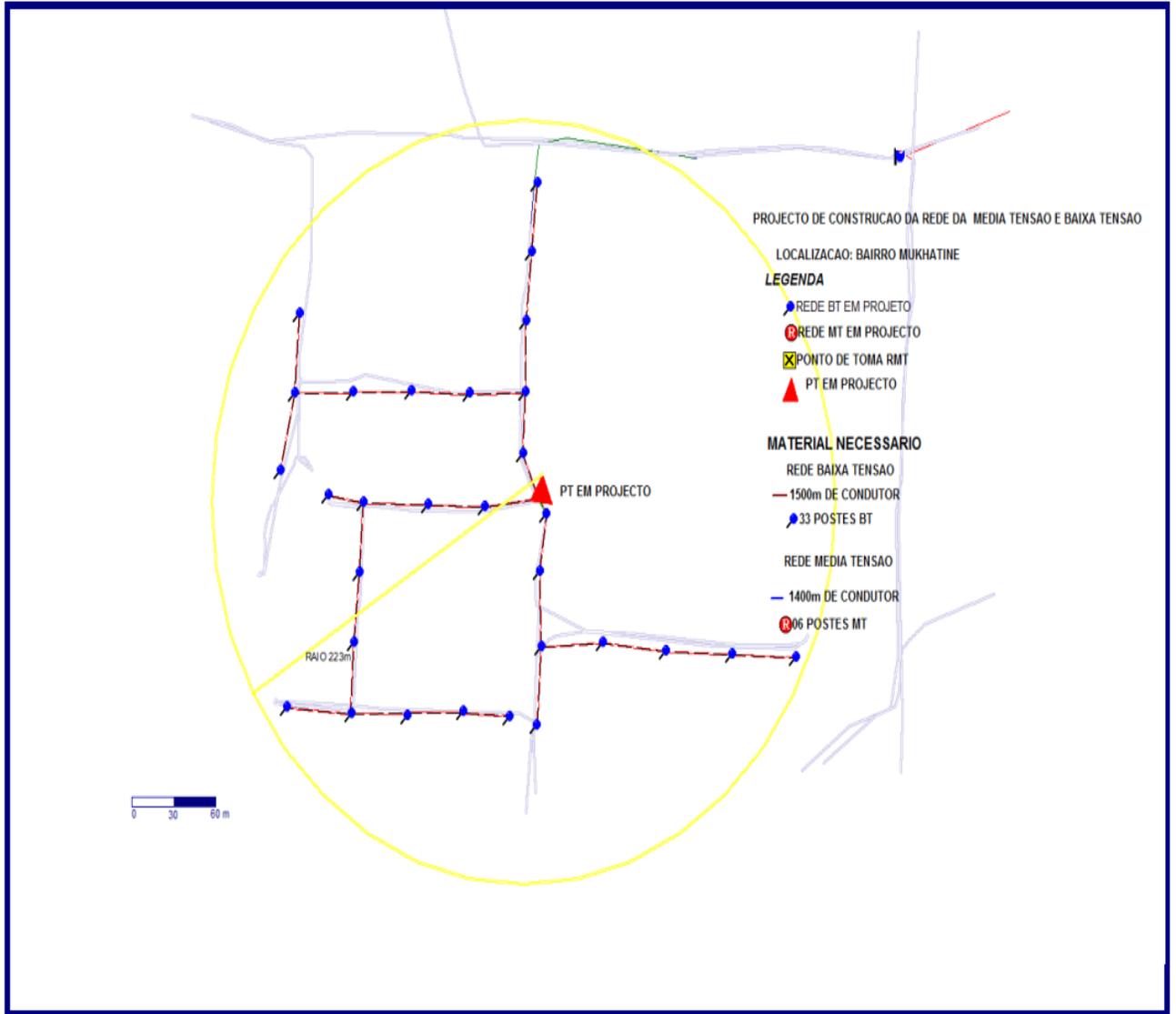


UEM Faculdade de Engenharia Levantou: Davuca, Euclides Paulo Desenhou: Davuca, Euclides Paulo

## **Apêndice 5**

Centro da carga do posto de transformador

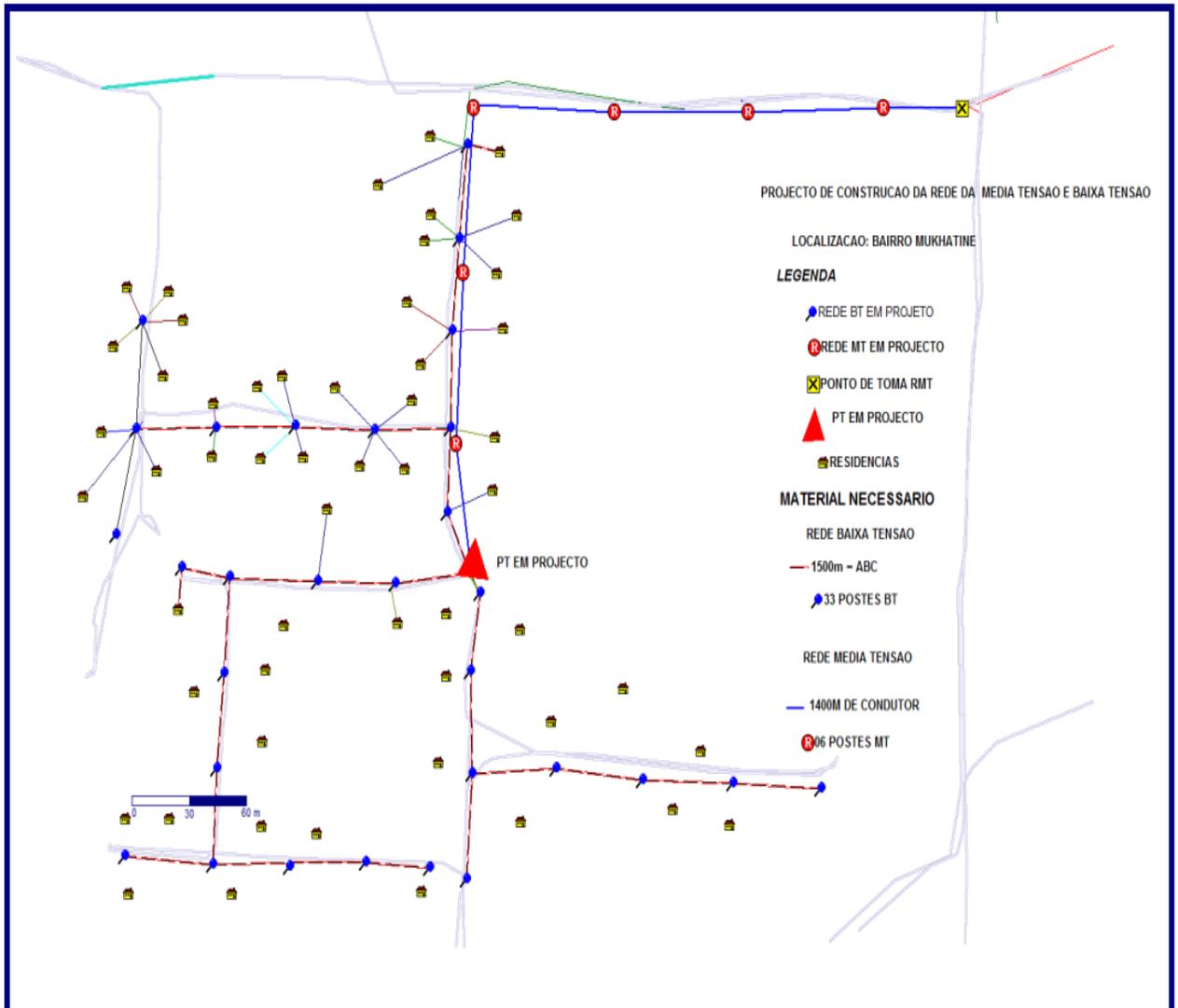
# PROJECTO DA REDE DE ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE - BOQUISSO



## **Apêndice 6**

Ligação das baixadas nas residências

PROJECTO DA REDE DE ELECTRIFICAÇÃO NA ZONA DE MUKHATINE - BOQUISSO



UEM Faculdade de Engenharia Levantou: Davuca, Euclides Paulo Desenhou: Davuca, Euclides Paulo

