



UNIVERSIDADE  
EDUARDO  
MONDLANE

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**DISCIPLINA: ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO  
DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO**

**O AUTOR:**

Marcos, Araújo Vasco

**SUPERVISOR:**

Eng<sup>o</sup>. Hélder Nhambe

**Maputo, Julho de 2022**

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA**  
**DISCIPLINA: ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO  
DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO**

**O AUTOR**

Marcos, Araújo Vasco

**SUPERVISOR:**

Eng<sup>o</sup>. Hélder Nhambe

**Maputo, Julho de 2022**



ELECTRICIDADE  
DE MOÇAMBIQUE, E.P.

DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO

PARA:  
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA

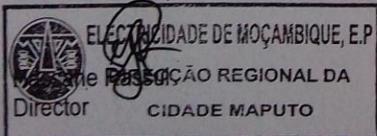
Maputo

Nossa Referência:	Vossa Referência:	Data:	Contacto:
53 /DRCM/RH/2021 No. de Páginas: 1+0		09-03-2022	Ana Mabjaia Ana.mabjaia@edm.co.mz Telefone: 21460235

Assunto: Pedido de Estágio

Acusamos a recepção da carta Ref. Fe-004/2022 de V.Excia, datada de 09 de Marco, através da qual solicita estágio pré-profissional para o senhor **Araujo Vasco Marcos**, estudante do curso de Engenharia Eletrica ,por um periodo de 3 meses. Sobre a qual, informamos que dispomos de condições para acolher a estudante acima mencionado, devendo apresentar-se no sector de Recursos Humanos desta Direcção durante as horas normais de expediente, cumprindo com as medidas de prevenção a COVID 19 e munido de apólice de seguros contra acidentes de trabalho e equipamento apropriado de Higiene e Segurança no Trabalho (fato macaco, botas, luvas e capacete).

Atenciosamente,



página 1(1)

DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO

**PARA:**  
**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**Maputo**

**Nossa Referência:**  
18/DRCM/RH/2022  
**No. de Páginas:** 1+0

**Vossa Referência:**

**Data:**  
11-07-2022

**Contacto:**  
Adelina Tene  
adelina.tene@edm.co.mz  
Telefone: 21460235

**Assunto:** Carta Referência

A Electricidade de Moçambique E.P. – DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO, declara que o senhor **Araújo Vasco Marcos**, estagiou nesta Empresa, no período de (05/04 à 05/07/2022), e esteve afecto no Departamento Manutenção da Delegação de Kampfumo, onde desenvolveu as seguintes actividades

1. Extensão, Manutenção e Melhoramento da Rede MT e BT;
2. Execução de Terras de Protecção e Serviço nos PT's ;
3. Montagem e Manutenção de PT's, e
4. Reparação da Iluminação Publica.

No decurso do exercicio das suas actividades, demonstrou empenho, espirito de colaboração e boa vontade de aprender com os colaboradores com larga experiência na empresa, disponibilidade imediata em qualquer missão no qual foi incumbida.

Por ser verdade e a pedido do interessado, passou-se o presente documento, que vai assinado e autenticado com carimbo a tinta de óleo em uso nesta Unidade Orgânica.

Atenciosamente,

  
ELÉCTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P.  
**Hassane R. S. M.**  
Director: CÇÃO REGIONAL DA  
CIDADE MAPUTO

página 1(1)



## ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE- EP

### ÁREA DE SERVIÇO AO CLIENTE DA CIDADE DE MAPUTO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO FICHA DE REGISTO DE ESTÁGIO

**NOME DO ESTAGIÁRIO:** Araújo Vasco Marcos.

**ESPECIALIDADE:** Engenharia Eléctrica.

**INSTITUIÇÃO DE PROVENIÊNCIA:** Universidade Eduardo Mondlane.

**TIPO DE TRABALHO DESENVOLVIDO :** Manutenção de rede eléctrica, Montagem de PT's Monoblocos, Montagem de Novas redes de MT e BT em cabos Subterrâneos e linhas Aéreas.

**TEMPO DE ESTÁGIO :** 05/04/2022 à 05/07/2022.

**HORÁRIO DE TRABALHO:** das 07:30 às 15:30

#### CLASSIFICAÇÃO DO ESTAGIÁRIO

EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	X		

#### OBSERVAÇÃO GERAL

	EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
ASSIDUIDADE	X			
PONTUALIDADE	X			
COMPORTAMENTO		X		
RELACIONAMENTO		X		
DEDICAÇÃO	X			
CONHEC. PRATICOS		X		
CONHEC. TEÓRICOS	X			

Comportamento final : BOM

#### ASSIDUIDADE

Nº TOTAL DE FALTAS	JUSTIFICADAS	INJUSTIFICADAS
----0----	----0----	----0-----

André Botelho  
ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE, E.P.  
DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO  
11.07.2022  
Chefe de Departamento

Maputo, aos 07 de Julho de 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA  
Curso de Engenharia Eléctrica

**TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTÁGIO PROFISSIONAL**

REFERÊNCIA DO TEMA | 2022ELEPPL10

Data | 07/03/2022

1. TÍTULO DO TEMA

Estudo de melhoramento da Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

**2.1. Introdução**

Energia eléctrica é uma forma de energia que se origina da energia potencial eléctrica baseada na geração de diferenças de potencial eléctrico permitindo estabelecer corrente eléctrica entre os dois pontos e os fenómenos físicos envolvidos. Nos últimos dias a energia tem uma importância crucial no mundo industrializado, o desenvolvimento de recursos energéticos tem se tornado essencial à agricultura, transportes, recolha de desperdícios tecnologia da informação telecomunicações que são hoje pré-requisitos de uma sociedade desenvolvida. Com a energia eléctrica obtemos a luz, a manutenção dos alimentos em geleiras e freezers, ar condicionado, banho quente e o uso cada vez maior de aparelhos electrodomésticos e electrónicos.

O uso de energia eléctrica de qualidade tem uma vantagem de aumentar a vida útil dos equipamentos, aumento de eficiência do sistema tanto como o aumento das receitas. Com o crescimento populacional, regista-se maior número de procura de serviços de fornecimento de energia o que resulta na fraca qualidade da energia eléctrica.

## **2.2. Formulação do problema**

Nestes últimos dias esta a se registar um aumento acentuados da carga, resultando sobrecargas, curto-circuitos constantes e fraca qualidade de energia da rede eléctrica do Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

## **2.3. Justificativa**

A escolha do tema reside no facto de solucionar os problemas de cortes frequentes de energia eléctrica que a EDM tem verificado no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

Escolheu-se este bairro suburbano porque apresenta o maior índice de desenvolvimento em termo de infraestruturas de raiz a referências residenciais, comerciais, hoteleiras.

## **2.4. Objectivo geral**

Melhorar a Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

### **2.4.1. Objectivos específicos**

- ❖ Estudar o perfil e a composição da rede em estudo;
- ❖ Fazer o Levantamento de cargas;
- ❖ Analisar os Postos de Transformação em estudo;
- ❖ Analisar os cabos de saidas dos transformador;
- ❖ Estudar as protecções contra curto circuito e sobreintensidade do Posto de Transformação.

## **2.5. Metodologia**

- ❖ Recolha de dados necessários para o projecto;
- ❖ Consulta de bibliografias relacionadas com o redimensionamento de PTs;
- ❖ Revisão de normas e regulamentos técnicos.

### 3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

### 4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM		
Co-supervisor	Engº Hélder Nhambe	<i>Helder Joao Nhambe</i>
Da Instituição	Alberto Matabel	<i>Alberto Matabel</i>

Maputo, 29 de Abril de 2022

O estudante

*Marcos Araújo Vasco*

(Marcos, Araújo Vasco)

O Director do Curso

*(Eng. Zefanias José Mabote)*

O Chefe da Comissão Científica

*José Nelson Guambe*

(Mestre José Nelson Guambe, Eng.)

*05/05/22*

Plano de actividades

Trabalho de Estágio Profissional

Tema: Estudo de melhoramento da Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

Referência: 2022ELEPPL10

Data: 07/03/2022

Semana	Data Prevista	Data de encontro	Hora	Assunto
1	26/04/2022	29/04/2022	17h	Aprovação do TAT de estágio profissional
2	29/04/2022	29/04/2022	17h	Revisão bibliográfica
3	29/04/2022	29/04/2022	17h	Resultados, análise e discussão
4	16/05/2022	16/05/2022	17h	Organização do trabalho
5	25/05/2022	25/05/2022	17h	As considerações em relação ao trabalho
Supervisor: Engº. Hélder Nhambe			Assinatura:	<i>Jéffer F. Nhambe 27/05/22</i>
Estudante: Marcos, Araújo Vasco			Assinatura:	<i>Marcos, Araújo Vasco</i>

Observações:

Data:

07/05/2022

Nome do estudante:

*Marcos, Araújo Vasco*

(Marcos, Araújo Vasco)



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**RELATÓRIO DE PROGRESSO**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL10
---------------------	--------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	26/04/2022	30	Elabora o resumo em 2 paragrafo a parte introdutória, problema e justificativos e desenvolvimento e conclusões. O resumo deve ter introdução (parte introdutória, problema e justificativos) primeiro paragrafo, Desenvolvimento (o que foi feito) e conclusão (espelhada nos objectivos específicos)	
	29/04/2022	60	Clarificar o objectivo principal do trabalho	
	29/04/2022	100	Pode avançar com a parte da revisão bibliográfica	
2	10/05/2022	70	Definir os conceitos fundamentais e necessários	
3	16/05/2022	100	Pode avançar para a parte prática	
	16/05/2022	80	Desenvolver os subtitulos	
	16/05/2022	100	Pode passar para o próximo passo	
4	01/07/2022	50	Respeitar a paginação de Anexos	
	02/07/2022	80	Organizar o trabalho e o índice	



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**TERMO DE ENTREGA DO TRABALHO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL**

Declaro que o estudante Marcos, Araújo Vasco entregou no dia 08 / Julho /2022 as 03 cópias do relatório do seu Trabalho de Estágio Profissional com a referência: 2022ELEPPL10

Intitulado: Estudo de Melhoramento da Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

Maputo, aos 08 de Julho de 2022

O Chefe da Secretaria

---

( dra. Arlete Cuco Chiconela)

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Declaração de honra

Declaro que este Relatório de Estágio Profissional nunca foi apresentado para a obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ela constitui o resultado do meu labor individual.

---

Marcos, Araújo Vasco

Data: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2022

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Dedicatória

Dedico este trabalho à minha esposa Alima Moisés pela ajuda e encorajamento durante a minha formação, e especialmente ao meu tio Veloso Inácio Canote, pelo suporte, compreensão e paciência durante todo o meu percurso dos estudos, cujo sem ele seria impossível a minha formação.

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### **Agradecimento**

Agradeço à minha família, pais e irmãos, por ter me proporcionado toda a estrutura emocional, deram suporte e todas as condições para eu poder chegar a este nível.

Agradeço especialmente ao meu supervisor, Eng<sup>o</sup>. Hélder Nhambe, pela disponibilidade e apoio, sobre tudo nas sugestões, indicações tendo contribuído para desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos meus colegas e toda comunidade estudantil da Universidade Eduardo Mondlane especialmente da Faculdade de Engenharia.

Em fim, a todos os docentes do Departamento de Engenharia Electrotécnica, e todos aqueles que directa ou indirectamente têm contribuído para a minha formação.

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Resumo

A energia eléctrica é absolutamente decisiva e indispensável ao quotidiano das sociedades actuais, sendo um dos factores estratégicos para o seu desenvolvimento socioeconómico. O presente trabalho aborda o tema de Estudo de melhoramento da Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo, regista-se maior número de procura de serviços de fornecimento de energia o que resulta na fraca qualidade da energia Eléctrica, para ultrapassar este problema surge a necessidade de fazer um estudo de melhoramento da Rede de Energia Eléctrica.

Para concretizar este estudo de melhoramento realizou-se o trabalho de levantamento de carregamento de cada PT do bairro em estudo, onde verificou-se que os PTs, PTS176, PT120 e PT87 estão sobrecarregados. Para ultrapassar este problema fez-se um estudo de melhoramento que resultou na transferência de alguma parte da potência de consumidores identificados para o PT108 que se encontra no local mais próximo. No caso dos PT120 e PT87 ambos com o carregamentos acima do recomendado e estão no local mais próximos, não houve a possibilidade de transferir a carga dos consumidores identificados de um PT para outro existente, por sua vez o dimensionou-se um PT Novo para a liviar carga dos PTs em causa.

**Palavras chaves:** Melhoramento da Rede de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão no Bairro da Polana Caniço A

# RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

## Índice

Declaração de honra .....	I
Dedicatória.....	II
Agradecimento.....	III
Resumo .....	IV
Listas de símbolos .....	X
Lista de Abreviaturas.....	XII
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização .....	1
1.2. Formulação do problema.....	2
1.3. Justificativa.....	2
1.4. Objectivos.....	2
1.4.1. Geral .....	2
1.4.2. Específicos.....	2
1.5. Metodologia.....	2
2. Conceitos fundamentais.....	3
2.1. Redes eléctricas .....	3
2.2. Subestação Eléctrica .....	3
2.3. Transformador .....	3
2.4. Posto de Transformação .....	3
2.5. Tipos construtivos dos PTs.....	4
2.5.1. Postos de transformação normalizados (EDM).....	4
2.5.2. Posto de transformação em poste de betão.....	4
2.5.3. Posto de transformação em pórtico de madeira até 100kVA .....	4
2.5.4. Posto de transformação assente em base de alvenaria.....	5
2.5.5. PTs em Monobloco.....	5
2.6. Quanto à entrada da alimentação eléctrica .....	5
2.6.1 Aérea.....	5
2.6.2. Subterrânea .....	5
2.7. Estruturas principais de alimentação de redes eléctricas.....	6
2.7.1. Rede simples.....	6
2.7.2. Rede radial.....	6
2.7.3. Rede em anel .....	6
2.7.4. Rede em malha .....	7
2.8. Postos de Seccionamento.....	7

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

2.9. Potência Activa.....	8
2.10. Potência Aparente.....	8
2.11. Potência Reactiva .....	8
2.12. Factor de potência.....	8
2.13 Factor de demanda (FD).....	8
2.14. Factor de carga (FC).....	9
2.15. Factor de utilização (Fu).....	9
2.16. Factor de simultaneidade ( $F_s$ ).....	9
2.17. Carga Instalada .....	9
2.18. Demanda contratada .....	9
2.19. Demanda.....	10
2.20 Demanda Média.....	10
2.21. Demanda Máxima.....	10
2.22. Cliente.....	10
2.23. Consumo.....	10
2.24. Consumidor .....	10
2.25. Coeficiente de Simultaneidade .....	10
2.26. Quedas de Tensão.....	10
2.27. Intensidade de corrente.....	11
2.28. Tensão simples (de fase).....	11
2.29. Tensão composta (de linha).....	11
2.30. Sobreintensidade.....	11
2.31. Corrente de curto-circuito nominal.....	11
2.32. Fusível .....	12
2.33. Cabos .....	12
2.33.1. Cabo XLPE.....	12
2.33.2. Cabos de média tensão .....	12
2.33.3. Cabo torçado.....	13
2.33.4. Ligação a clientes através da rede aérea.....	13
2.33.5. Redes Subterrâneas.....	14
3. Memória descritiva e justificativa .....	15
3.1.1 A descrição do estado actual da rede eléctrica .....	15
3.1.2 Alimentação do Bairro.....	15
3.1.3. Número de Postos Transformação (PT) .....	16
3.2. Cálculo do carregamento de cada posto de transformação.....	17

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

3.2.1 PT108, capacidade 630kAV .....	17
3.2.2. PT339, Capacidade 500kAV .....	17
3.2.3. PT182, Capacidade 500kAV .....	18
3.2.4. PT126, Capacidade 500kAV .....	19
3.2.5. PT176, Capacidade 250kAV .....	19
3.2.6. PT256, Capacidade 630kAV .....	20
3.2.7. PT317, Capacidade 500kAV .....	21
3.2.8. PT120, Capacidade 500kAV .....	21
3.2.9. PT258, Capacidade 500kAV .....	22
3.2.10. PT161, Capacidade 500kAV .....	23
3.2.11. PT131, Capacidade 315kAV .....	24
3.2.12. PT87, Capacidade 630kAV .....	24
3.3.13. PT159, Capacidade 500kAV .....	25
3.2.14. PT132, Capacidade 500kAV .....	26
3.2.15. PT257, Capacidade 315kAV .....	26
3.2.16. PT221, Capacidade 315kAV .....	27
3.2.17. PT90, Capacidade 500kAV .....	28
4. Melhoramento.....	30
4.1. Hipóteses .....	30
4.2. Justificastvo .....	30
4.3. Para transferência de um PT para outro.....	30
4.4. Transferência de um PT para PT Novo .....	31
4.5. Determinação da potência a transferir do PTS176 para PT108.....	31
4.6. Dimensionamento do PT Novo, através da potência transferida do PT120 e PT87	32
4.6.1. Determinação da potência a transferir do PT120 para PT Novo.....	32
4.6.2. Determinação da potência a transferir do PT87 para PT Novo.....	33
4.6.3. Cálculo da potência a ser instalada no PT Novo .....	34
4.7. Potências nominais dos transformadores.....	35
4.8. Dimensionamento de cabos (secção) e protecções no lado de baixa tensão (BT) ...	36
4.8.1. Calibre do disjuntor .....	36
4.8.2. Protecção contra sobreintensidade com secção de 95mm <sup>2</sup> .....	37
4.8.2.1. Protecção contra curto-circuito.....	37
4.8.2.2. Protecção contra sobrecarga .....	37
4.8.3. Protecção contra sobreintensidade com secção de 120mm <sup>2</sup> .....	38
4.8.3.1. Protecção contra curto-circuito.....	38

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

4.8.3.2. Protecção contra sobrecarga .....	38
4.8.4. Protecção contra sobreintensidade com secção de 150mm <sup>2</sup> .....	38
4.8.4.1. Protecção contra curto-circuito.....	38
4.8.4.2. Protecção contra sobrecarga .....	38
4.9. Cálculo da resistência .....	39
4.9.1. Cálculo da resistência a montante .....	39
4.9.2. Cálculo da resistência do cabo a jusante a 20°C .....	39
4.9.3. Correção da resistência do cabo a jusante devido a temperatura.....	39
4.9.4. Cálculo da resistência total do cabo .....	40
4.9.5. Cálculo da corrente de curto-circuito .....	40
4.9.6. Cálculo do tempo de actuação do órgão de protecção ou de duração de curto-circuito.....	40
4.9.7. Determinação da queda de tensão .....	40
4.10. Dimensionamento do barramento no lado de baixa tensão .....	41
4.11. Dimensionamento da protecção do Transformador lado de alta tensão.....	42
4.11.1. Dimensionamento de Pára-raios.....	42
4.11.2. Drop-outs.....	42
4.11.3. Isoladores.....	42
4.12. Dimensionamento de cabos (secção) e protecções no lado de baixa tensão no PT108 .....	43
4.12.1. Protecção contra sobreintensidade com secção de 95mm <sup>2</sup> .....	43
4.12.1.1. Protecção contra curto-circuito.....	43
4.12.1.2. Protecção contra sobrecarga .....	43
4.13. Especificações de Materiais .....	45
4.13.1. Rede de Média Tensão .....	45
4.13.2. Cabos de distribuição de energia aérea.....	45
4.13.3. Tipo construtivo do PT .....	45
4.13.4. Transformador a ser Montado .....	45
4.13.5. Medições.....	46
4.13.6. Materiais diversos.....	46
4.13.6. 1. Rede de “terra” .....	46
4.13.6.2. Acessórios para eléctrodos de terra .....	46
4.13.6.3. Ferragem.....	46
4.13.6.5. Pinça suspensão .....	47
4.13.6.6. Ligadores de derivação de perfuração do isolamento de aperto.....	47

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

4.13.6.7. Suporte de fixação.....	47
4.13.6.8. Ligadores paralelos bimetalicos .....	47
4.13. Segurança .....	48
4.13.1. Terras .....	48
4.13.2. Terra de Serviço.....	48
4.13.3. Terra de Protecção .....	48
4.13.4. Condutores de Terra .....	48
4.13.5. Eléctrodos de Terra.....	49
4.14. Estimativa de custos .....	50
5. Considerações finais .....	52
5.1. Conclusões.....	52
5.2. Recomendações .....	52
6. Bibliografia.....	53
Anexos .....	
Apêndices .....	

### Listas de símbolos

kVA- Killo volt ampere

t- Tempo

kV- Killo-volt

U- Tensão

$P_R$ -Potência na fase R

$P_S$ - Potência na fase S

$P_T$ -Potência na fase T

V- Volt

kW- Kilowatt

VA- Voltampere

P- Potência activa

I- Intensidade eléctrica

W- Watt

t- Tempo

$I_{m\acute{a}x}$ -Corrente máxima

$\beta$ - Factor de correcção relativo ao local e número de sistemas

$\Delta U\%$ - Queda de tensão percentual

kWh-kilowatt hora

$I_{nf}$  - Intensidade de corrente nominal de não fusão

$I_f$  - Intensidade de corrente de fusão

$I_z$  . Intensidade de corrente admissível

m- Metro

$S_n$  - Secção nominal

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

$S_N$ - Potência aparente nominal do transformador

$Q$ - Potência reactiva

$U_L$ - Tensão composta

$U_f$ - Tensão simples

$P_t$ - Potência activa total

$\cos\varphi$ - Factor de potência

$f$ - Frequência da rede

$F_p$ - Factor de potência

$I_{ns}$ - Intensidade de corrente nominal de serviço

$I_s$ - Intensidade de corrente de serviço

$F_s$ - Factor de simultaneidade

$F_u$ - Factor de utilização

$S_i$ - Potência instalada atribuída a cada resistência

$S_t$ - Potência aparente total;

$I_{cc}$ - Corrente de curto-circuito

$m^2$ - Metro quadrado

kVAr- Kilo volt ampere reactivo

$mm^2$ - Milimetro quadrado

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Lista de Abreviaturas

EDM- Electricidade de Moçambique

RSIUEE- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica

RTIEBT- Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

EDM- Electricidade de Moçambique

PT- Posto de Transformação

PTS- Posto de Transformação de Serviço

PTP- Posto de Transformação Privado

QGBT- Quadro Geral de Baixa Tensão

BT-Baixa Tensão

EDM- Electricidade de Moçambique

MT- Média Tensão

SE- Subestação

PT- Posto de transformação

PTS- Posto de transformação de Serviço

PTP- Posto de transformação privado

### Lista de Figuras

Figura 1: Representação do esquema de um Posto de Transformação e a sua legenda ...	4
Figura 2: Rede simples .....	6
Figura 3: Rede radial .....	6
Figura 4: Rede em anel.....	7
Figura 5: Rede em malha.....	7
Figura 6: Representação do cabo XLPE.....	12
Figura 7: Cabo torçado .....	13
Figura 8: Ligação a clientes a partir de uma rede aérea .....	13
Figura 9: Ligação a clientes através de uma rede subterrânea .....	14
Figura 10: Mapa de Localização para a área de estudo.....	15
Figura 11: Representação da Subestação SE5 .....	16
Figura 12: Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga de PTS176 para o PT108.....	32
Figura 13: Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga do PT120 para PT Novo .....	33
Figura 14: Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga do PT87 para PT Novo .....	34
Figura 15: Representação das secções do cabo com seu isolamento e a sua protecção .	39
Figura 16: Diagrama unifilar do PT Novo e a protecção .....	43

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Lista de Tabelas

Tabela 1: Número de PTs do bairro em estudo .....	16
Tabela 2: A situação actual de carregamento dos PTs no bairro em estudo .....	29
Tabela 3: Potências nominais recomendadas para os transformadores .....	35
Tabela 4: Calibre de protecção e secção dos condutores no lado de baixa tensão .....	44
Tabela 5: Calibre de protecção e secção dos condutores no lado de alta tensão .....	44
Tabela 6: A situação de carregamento dos PTs no bairro em estudo após o melhoramento .....	44
Tabela 7: Estimativa de custos de materiais .....	50
Tabela 8: Custo Global sem Impostos .....	51

## 1. Introdução

### 1.1. Contextualização

Energia eléctrica é uma forma de energia que se origina na base da geração de diferenças de potencial eléctrico permitindo estabelecer corrente eléctrica entre os dois pontos e os fenómenos físicos envolvidos. Nos últimos dias a energia tem uma importância crucial no mundo industrializado, o desenvolvimento de recursos energéticos tem-se tornado essencial à agricultura, transportes, recolha de desperdícios tecnologia da informação telecomunicações que são hoje pré-requisitos de uma sociedade desenvolvida. Com a energia eléctrica obtemos a luz, a manutenção dos alimentos em geleiras e freezers, ar condicionado, banho quente e o uso cada vez maior de aparelhos electrodomésticos e electrónicos. O uso de energia eléctrica de qualidade tem uma vantagem de aumentar a vida útil dos equipamentos, aumento de eficiência do sistema tanto como o aumento das receitas.

Com o crescimento populacional, regista-se maior número de procura de serviços de fornecimento de energia eléctrica e tendo também em conta o envelhecimento de alguns equipamentos eléctricos instalados nesta rede o que resulta na fraca qualidade da energia na Rede de Eléctrica da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

Nos últimos dias tem-se verificado cortes frequentes na rede de energia eléctrica da Polana Caniço A, cidade de Maputo resultando tantos prejuízos para os clientes (consumidores) tanto como a concessionaria EDM baixa facturação. Entretanto surgem a necessidade de fazer o melhoramento desta rede com vista a eliminar esses cortes para o melhoramento da qualidade de energia eléctrica desta rede, melhoramento das quedas de tensão tanto como ampliação da sua capacidade instalando um outro transformador adicional de 500kVA, transferência de algumas cargas dos transformadores sobrecarregados para transformadores subcarregados, melhoramento das protecções e o melhoramento das secções dos cabos de saída dos transformadores.

## 1.2. Formulação do problema

Nestes últimos dias está a se registar um aumento acentuados da carga, resultando sobrecargas, curto-circuitos constantes e fraca qualidade de energia da rede eléctrica do Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

## 1.3. Justificativa

A escolha do tema reside no facto de solucionar os problemas de cortes frequentes de energia eléctrica que a EDM tem verificado no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

Escolheu-se este bairro suburbano porque apresenta o maior índice de desenvolvimento em termo de infraestruturas de raiz a referências residênciais, comerciais, hoteleiras.

## 1.4. Objectivos

### 1.4.1. Geral

Melhorar a Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo.

### 1.4.2. Específicos

- ❖ Estudar o perfil e a composição da rede em estudo;
- ❖ Fazer o Levantamento de cargas;
- ❖ Analisar os Postos de Transformação em estudo;
- ❖ Analisar os cabos de saídas dos transformador;
- ❖ Estudar as protecções contra curto-circuito e sobreintensidade do Posto de Transformação.

## 1.5. Metodologia

- ❖ Recolha de dados necessários para o projecto;
- ❖ Consulta de bibliografias relacionadas com o redimensionamento de PTs;
- ❖ Revisão de normas e regulamentos técnicos.

## **2. Conceitos fundamentais**

### **2.1. Redes eléctricas**

São estruturas (Conjunto de postos eléctricos, linhas aéreas e subterrâneas e outros equipamentos eléctricos ligados entre si) utilizadas no transporte, distribuição e utilização da energia eléctrica. As redes eléctricas manuseiam praticamente toda a energia produzida nas centrais, excluindo a que se consome nos seus serviços auxiliares.

### **2.2. Subestação Eléctrica**

Posto destinado à transformação da corrente eléctrica por um ou mais transformadores estáticos, cujo secundário é de alta ou média tensão.

### **2.3. 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 ferro magnético 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.

### **2.4. Posto de Transformação**

Posto de Transformação é uma cabine constituída por um transformador de potência e a respectiva aparelhagem de protecção, corte e comando. O primário do transformador é alimentado pelo cabo trifásico em Média Tensão e pelo secundário sai um cabo (que pode ser uma linha subterrânea ou aérea) com três (3) fases um (1) neutro e um (1) para iluminação pública em Baixa Tensão, o qual vai alimentar um conjunto de habitações (consumidores) em Baixa Tensão 230V/400V.



**Figura 1:** Representação do esquema de um Posto de Transformação e a sua legenda  
**Fonte:** Manual da EDM Julho 2006

## 2.5. Tipos construtivos dos PTs

### 2.5.1. Postos de transformação normalizados (EDM)

De acordo com a Electricidade de Moçambique (EDM), os tipos construtivos de posto de transformação mais usuais na instalação suburbanas.[5]

### 2.5.2. Posto de transformação em poste de betão

Destina-se fundamentalmente a alimentar pequenos consumidores com uma potência até 30kVA. O transformador é montado sobre uma base metálica que é fixada ao poste de betão. O quadro de baixa tensão é fixo no mesmo poste, a uma altura que permita o acesso directo do solo.[5]

### 2.5.3. Posto de transformação em pórtico de madeira até 100kVA

Neste tipo de posto de transformação o transformador é montado no mesmo pórtico da chegada da linha de média tensão. Normalmente o pórtico da chegada é constituído por dois postes de madeira tratada de 12.25 metros de altura.

Devido ao limite de resistência mecânica do pórtico de madeira, assim como a acção do vento, não pode ser montado neste pórtico transformadores com um peso superior 1200kg. Na prática resulta que em termos de potência do transformador não se deve ultrapassar os 100kVA.

O quadro de baixa tensão é montado na base do pórtico, a uma altura que permita o seu acesso.

Para evitar a construção de uma vedação em volta do posto de transformação, todas as partes acessíveis em tensão, não devem ficar a uma altura inferior a 6 metros do solo.[5]

### **2.5.4. Posto de transformação assente em base de alvenaria**

O Transformador com peso superior a 1200kg ou no gela a potência superior a 100kVA, devem ser montados sobre bases de alvenaria, situadas entre os postes de pórtico de chegada da linha de média tensão.

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

Para este tipo de posto de Transformação devera ser construída uma vedação adequada em sua volta, que impeça a aproximação de pessoas da instalação ate a uma determinada distância de segurança.[5]

### **2.5.5. PTs em Monobloco**

Os **PTs em Monobloco** todo o equipamento de média tensão é colocado no interior de celas constituídas por painéis metálicos pré-fabricados. [3]

## **2.6. Quanto à entrada da alimentação eléctrica**

### **2.6.1 Aérea**

A entrada de energia em Média tensão é efectuada por linhas aéreas que são amarradas até ao poste do PT.

### **2.6.2. Subterrânea**

A entrada de energia em Média tensão é efectuada por cabos eléctricas enterrados até ao PT.

## 2.7. Estruturas principais de alimentação de redes eléctricas

### 2.7.1. Rede simples

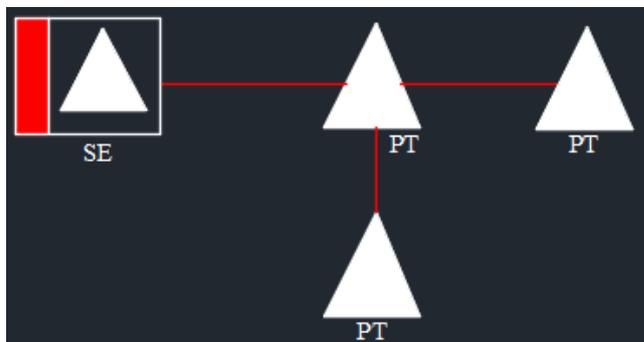
A rede simples é pouco usada devido à fraca qualidade de serviço. [4]



**Figura 2:** Rede simples

### 2.7.2. Rede radial

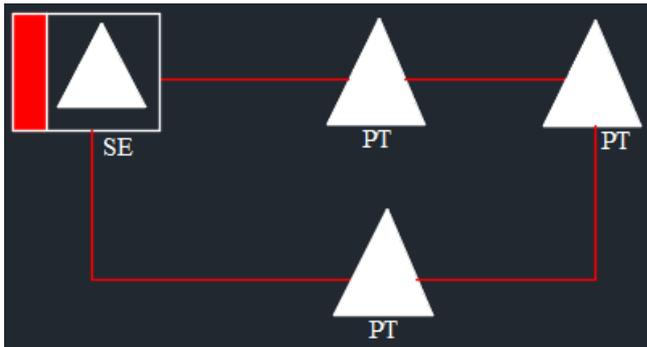
A alimentação é garantida por uma única entrada. O método é mais simples e utilizado quando a exigência de continuidade de alimentação não é muito grande. A rede radial é muito usada nos meios rurais. [4]



**Figura 3:** Rede radial

### 2.7.3. Rede em anel

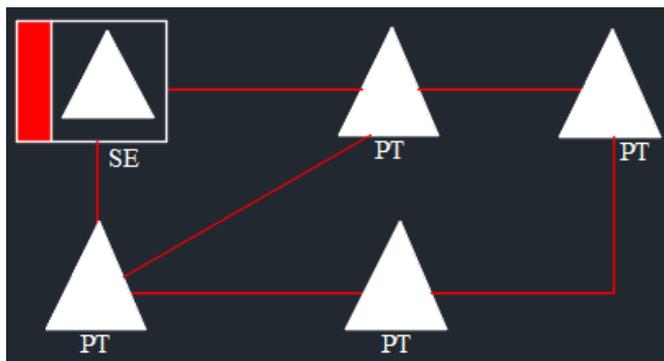
A alimentação é garantida por duas entradas distintas. A vantagem desta configuração reside no facto de se permitir a alimentação ao PT mesmo que uma das entradas esteja fora de serviço. A rede em anel é o tipo de rede mais frequente. [4].



**Figura 4:** Rede em anel

### 2.7.4. Rede em malha

Para redes públicas para todos os níveis de tensão e outras redes, onde a exigência de segurança de alimentação global é muito elevada. A rede malhada é pouco usada devido ao alto custo de exploração. [4].



**Figura 5:** Rede em malha

### 2.8. Postos de Seccionamento

Posto com uma instalação eléctrica de alta ou média tensão cuja função é a manobra estabelecer ou interromper as linhas eléctricas por meio de seccionadores.

### 2.9. Potência Activa

É aquela que é usada no equipamento para realizar trabalho, ou seja, é utilizada na conversão de energia eléctrica em mecânica, térmica...etc. É medida em quilo Watts (kW).

$$P = U * I * \cos\varphi \quad (1)$$

### 2.10. Potência Aparente

É a potência instantânea medida multiplicando a tensão pela corrente, medida em kVA (quilo Volt-Ampere).

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} \quad (2)$$

### 2.11. Potência Reactiva

É a potência usada apenas para criar e manter os campos electromagnéticos das cargas indutivas. É medida em kVAr.

$$Q = U * I * \sin\varphi \quad (3)$$

### 2.12. Factor de potência

É a relação entre a energia entregue a uma instalação e a que é convertida em trabalho. O factor de potência pode ser compreendido como a relação entre a energia activa e a energia reactiva.

$$FP = \frac{kW}{kVA} = \cos\varphi = \cos\varphi(\arctg \frac{kVAr}{kW}) \quad (4)$$

### 2.13 Factor de demanda (FD)

O factor de demanda é a razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a potência instalada na unidade consumidora.

$$FD = \frac{\text{Demandamaxima (KW)}}{\text{PotencialInstalada}} \quad (5)$$

### 2.14. Factor de carga (FC)

O factor de carga é definido como sendo a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. Também se pode afirmar, que o factor de carga é a razão entre a energia activa consumida e a energia máxima que poderia ser utilizada em um dado intervalo de tempo.

$$FC = \frac{\text{Demanda media}}{\text{Demanda maxima}} \text{ ou } FC = \frac{\text{Consumo de Energia Activa(kWh)}}{\text{Demanda máxima (kW) x número de horas}} \quad (6)$$

### 2.15. Factor de utilização (F<sub>u</sub>)

Caracteriza o regime de um receptor, estabelecendo a relação entre a potência que se presume utilizada e a potência instalada.

### 2.16. Factor de simultaneidade (F<sub>s</sub>)

Caracteriza o regime de funcionamento de uma instalação.

### 2.17. Carga Instalada

É a soma das potências nominais (em kW) dos equipamentos de uma unidade de consumo que, uma vez concluídos os trabalhos de instalação, estão em condições de entrar em funcionamento.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_n \quad (7)$$

### 2.18. Demanda contratada

É a demanda de potência activa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora no ponto de conexão, conforme valor e período de vigência fixados no contrato e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de facturamento, geralmente expressa em quilowatts (kW).

### **2.19. Demanda**

É a potência (kVA ou kW), requisitada por determinada carga instalada, durante um intervalo de tempo especificado. Normalmente se considera a potência média de 15 minutos.

### **2.20 Demanda Média**

É a razão da quantidade de energia eléctrica consumida durante um intervalo de tempo especificado, para esse intervalo.

### **2.21. Demanda Máxima**

É a maior de todas as demandas registadas ou ocorridas durante um intervalo de tempo especificado.

### **2.22. Cliente**

Pessoa singular ou colectiva que, através da celebração de um contrato de fornecimento, compra energia eléctrica para consumo próprio.

### **2.23. Consumo**

Quantidade de energia eléctrica (kWh) absorvida em um dado intervalo de tempo.

### **2.24. Consumidor**

Entidade que recebe energia eléctrica para utilização própria.

### **2.25. Coeficiente de Simultaneidade**

O coeficiente de simultaneidade caracteriza o regime de utilização da instalação, o que implica o conhecimento detalhado da mesma e dos seus modos de exploração. Para edifícios com mais do que uma instalação de utilização, as potências devem ser afectadas pelos coeficientes de simultaneidade.

### **2.26. Quedas de Tensão**

É o aumento da corrente devido ao excesso de reactivo leva a quedas de tensão acentuadas, podendo ocasionar a interrupção do fornecimento de energia eléctrica e a

sobrecarga em certos elementos da rede. Este risco é sobretudo durante os períodos nos quais a rede é fortemente solicitada.

As quedas de tensão podem provocar, ainda, diminuição da intensidade luminosa nas lâmpadas e aumento da corrente nos motores.

### 2.27. Intensidade de corrente

É a quantidade de electricidade que passa numa dada secção de um condutor na unidade de tempo. [4]

$$I = \frac{Q}{t} \quad (8)$$

### 2.28. Tensão simples (de fase)

É a tensão entre a fase e o neutro. A tensão simples em Baixa Tensão. A tensão simples em Baixa Tensão é de 230V, que pode ser determinada pela expressão abaixo.

$$U_f = \frac{U_L}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

### 2.29. Tensão composta (de linha)

É a tensão entre duas fases da rede trifásica. A tensão composta, em Baixa Tensão. A tensão composta em Baixa Tensão, é de 400V, que pode ser determinada pela expressão.

$$U_L = U_f * \sqrt{3} \quad (10)$$

### 2.30. Sobreintensidade

É uma intensidade superior à nominal que corresponde, evidentemente, a um defeito ou avaria num circuito eléctrico ou uma instalação eléctrica. Os dois principais tipos de sobreintensidade são a sobrecarga e o curto-circuito.

### 2.31. Corrente de curto-circuito nominal

É a corrente eficaz simétrica máxima que o disjuntor pode extinguir com segurança na tensão máxima nominal.

### 2.32. Fusível

Aparelho cuja função é a de interromper, por fusão de um ou mais dos seus elementos concebidos e calibrados para esse efeito, o circuito no qual está inserido, cortando a corrente quando esta ultrapassar, num tempo suficiente, um dado valor. O fusível é composto por todas as partes que constituem um aparelho completo.

### 2.33. Cabos

**Cabo** é um condutor ou conjunto de condutores com isolamento e bainha comum, sobre o isolamento ou isolamentos dos condutores.



**Figura 6:** Representação do cabo XLPE

#### 2.33.1. Cabo XLPE

É um do cabo da média tensão que é ligado no primário do transformador de acordo com as normas. As secções dos condutores variam consoante distância e o nível de tensão a transportar.

#### 2.33.2. Cabos de média tensão

Cabos podem ser de Alumínio ou cobre compactado sendo o isolante o polietileno reticulado. Além destes, o cabo de MT é provido de semiconductor interior e exterior, blindagem de fita ou fios de cobre, bainha de estanquidade e bainha exterior de PVC. Os cabos de MT podem ser monopolar, tripolar armado e torçado aérea.

### 2.33.3. Cabo torçado

Os traçados principais das redes BT são implementados através do uso dos condutores em torçado de alumínio, onde as secções dos condutores variam consoante a carga associada ao circuito e a distância das cargas a alimentar.



**Figura 7:** Cabo torçado

### 2.33.4. Ligação a clientes através da rede aérea

Este tipo de ligação tem a vantagem de ter custos de implementação mais baixos, mas apresenta a desvantagem de estar exposta a agentes externos (fenómenos climatéricos, queda de árvores, etc.) que põe em causa o bom funcionamento da rede. A Figura 3 representa a ligação a clientes a partir de uma rede aérea.

Este tipo de ligação à rede é realizado à vista, a altura regulamentar, através de condutores aéreos suportados em apoios de rede designados por postes que podem ser de Madeira, Ferro, ou Betão, obedecendo a regras técnicas construtivas, a materiais normalizados de segurança.



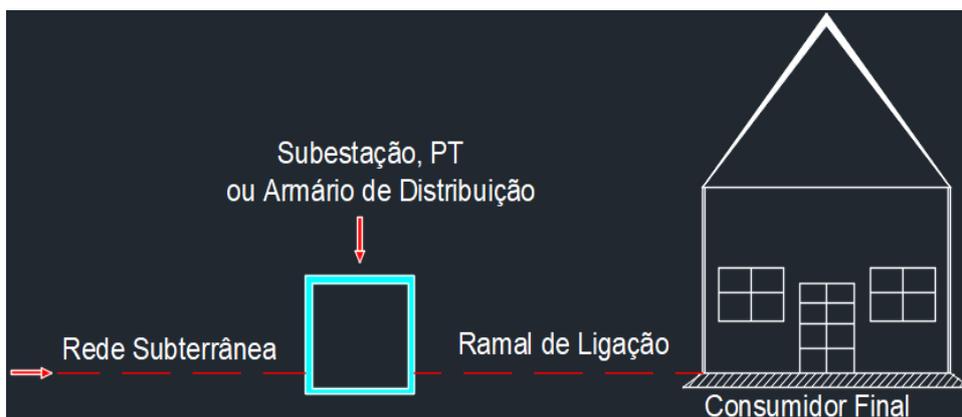
**Figura 8:** Ligação a clientes a partir de uma rede aérea. (Fonte: Autor)

### 2.33.5. Redes Subterrâneas

Actualmente, as redes subterrâneas são utilizadas em meios urbanos e semi-urbanos, é a forma mais consensual de instalação das redes eléctricas, visto que são as redes esteticamente mais apreciadas, do que as redes aéreas, uma vez que estão colocadas em valas e armários. No entanto, tem a grande desvantagem de a sua instalação ser muito mais dispendiosa do que a instalação das redes aéreas e em caso de avarias fica difícil descobrir o ponto da avaria (interrupção).

A instalação das redes subterrâneas pode ser efectuada de duas formas: os condutores da rede podem ser instalados directamente no solo das valas, ou podem ser instalados em tubos colocados nas valas.

Este tipo de redes tem a vantagem de não estar sujeitos a perturbações por parte de elementos exteriores que ponham em causa o bom funcionamento da rede excepto quando existem danos provocados por escavações.



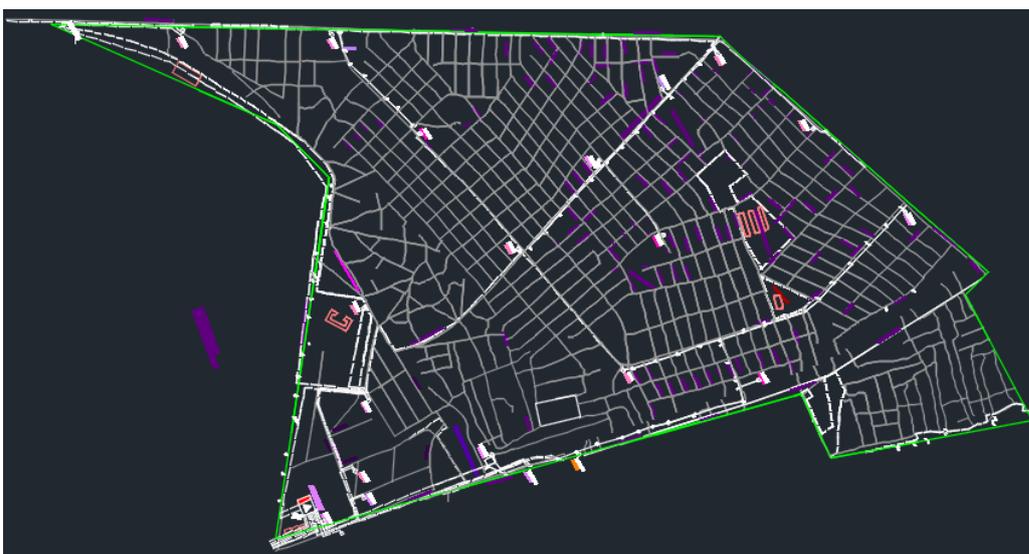
**Figura 9:** Ligação a clientes através de uma rede subterrânea. (Fonte: Autor)

### 3. Memória descritiva e justificativa

#### 3.1.1 A descrição do estado actual da rede eléctrica

O Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo neste bairro é alimentado pela subestação SE5 através de uma rede de média tensão de 11kV ligando aos PTs. A maioria dos PTs são ligados no seu primário em anel, com objectivo de aumentar a confiabilidade do sistema no fornecimento de energia eléctrica, como mostra o mapa a baixo. Na média e baixa tensão é constituída por uma rede mista nomeadamente a rede aérea e subterrânea. Em alguns locais onde não é possível passar a rede aérea por causa de infra estruturas optou-se em rede subterrânea.

Neste bairro o número de consumidores registou-se um aumento consideravel acompanhado com as construções desordenadas em algum pontos o que dificulta o processo de planeamento da rede eléctrica como resultado regista-se uma sobrecarga PTs em alguns afetando a fraca qualidade no fornecimento de energia eléctrica. Ver apêndice 1 na folha 1 a localização dos PTs e a configuração.



**Figura 10:** Mapa de Localização para a área de estudo. (Fonte: DEP)

#### 3.1.2 Alimentação do Bairro

A alimentação da Rede Energia Eléctrica no Bairro da Polana Caniço A, Cidade de Maputo é efectuada pela rede pública de média tensão da Concessionária de Energia EDM, através de uma linha aérea de média tensão nominal de 11kV que sai da SE5. Em algumas zonas alimentação foi feita pelas linhas subterrâneas devido as infra-estruturas.



**Figura 11:** Representação da Subestação SE5. (Fonte: DEP)

### 3.1.3. Número de Postos Transformação (PT)

**Tabela 1:** Número de PTs do bairro em estudo (Fonte: DEP)

Nº	Designação do PT	Capacidade (kVA)	Bairro
1	PT108	630	Polana Caniço A, (Cidade de Maputo)
2	PT339	500	
3	PT182	500	
4	PT126	500	
5	PTS176	250	
6	PT256	630	
7	PT317	500	
8	PT120	500	
9	PT258	500	
10	PT161	500	
11	PT131	315	
12	PT87	630	
13	PT159	500	
14	PT132	500	
15	PT257	315	
16	PT221	315	
17	PT90	500	



## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 99588,1 + 97025,5 + 99710,8 = 296324,4W$$

### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{296324,4}{0,8} = 370kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA —————100%

370kVA —————X

$$X = \frac{370 \times 100\%}{500} = 74\% \quad (\text{O PT está subcarregado a 26\%})$$

### 3.2.3. PT182, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$U_R=230V$ ;  $U_S=229V$ ;  $U_T=231V$      $I_R=492,8A$ ;  $I_S=481A$ ;  $I_T=504,4A$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 492,8 * 0,8 \quad P_R = 90675,2W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 481 * 0,8 \quad P_S = 88119,2W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 504,4 * 0,8 \quad P_T = 93213,12W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 90675,2 + 88119,2 + 93213,12 = 272007,5W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{272007,5}{0,8} = 340kVA$$

#### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA —————100%

340kVA —————X



## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 379 * 0,8 \quad P_S = 69432,8W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 554,7 * 0,8 \quad P_T = 64948,9W$$

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 67618,3 + 69432,8 + 64948,9 = 202000W$$

### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{202000}{0,8} = 252,5kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

$$250kVA \text{ ————— } 100\%$$

$$252,5kVA \text{ ————— } X$$

$$X = \frac{252,5 \times 100\%}{250} = 101\% \text{ (O PT está sobrecarregado a 1\%)}$$

### 3.2.6. PT256, Capacidade 630kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$$U_R=231V; \quad U_S=229V; \quad U_T=232V$$

$$I_R=648A; \quad I_S=609A; \quad I_T=654A$$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 231 * 648 * 0,8 \quad P_R = 119750,4W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 609 * 0,8 \quad P_S = 111568,6W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 232 * 654 * 0,8 \quad P_T = 121475W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 119750,4 + 111568,6 + 121475 = 352794W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{352794}{0,8} = 441kVA$$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Cálculo do Carregamento do PT

630kVA ————100%

441kVA ————X

$$X = \frac{441 \times 100\%}{630} = 70\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 30\%)$$

### 3.2.7. PT317, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$U_R=230V$ ;  $U_S=229V$ ;  $U_T=231V$

$I_R=565,1A$ ;  $I_S=580A$ ;  $I_T=550,6A$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 565,1 * 0,8$$

$$P_R = 103978,4W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 580 * 0,8$$

$$P_S = 106256W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 550,6 * 0,8$$

$$P_T = 101750W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 103978,4 + 106256 + 101750 = 311984,4W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{311984,4}{0,8} = 390kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA ————100%

390kVA ————X

$$X = \frac{390 \times 100\%}{500} = 78\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 22\%)$$

### 3.2.8. PT120, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$U_R=230V$ ;  $U_S=228,9V$ ;  $U_T=231V$

$I_R=681A$ ;  $I_S=659,7A$ ;  $I_T=702,9A$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 681 * 0,8 \quad P_R = 125304W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 228,9 * 659,7 * 0,8 \quad P_S = 120804,3W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 702,9 * 0,8 \quad P_T = 129895,9W$$

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 125304 + 120804,3 + 129895,9 = 376004,2W$$

### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{376004,2}{0,8} = 470kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA —————100%

470kVA —————X

$$X = \frac{435 \times 100\%}{500} = 94\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 6\%)$$

### 3.2.9. PT258, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$U_R=230V$ ;  $U_S=228,9V$ ;  $U_T=231V$

$I_R=624A$ ;  $I_S=638,7A$ ;  $I_T=629A$

### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 624 * 0,8 \quad P_R = 114816W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 228,9 * 638,7 * 0,8 \quad P_S = 116958,7W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 629 * 0,8 \quad P_T = 116239,2W$$

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 114816 + 116958,7 + 116239,2 = 348013,9W$$

**Potência aparente**

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{348013,9}{0,8} = 435kVA$$

**Cálculo do Carregamento do PT**

500kVA —————100%

435kVA —————X

$$X = \frac{435 \times 100\%}{500} = 87\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 13\%)$$

**3.2.10. PT161, Capacidade 500kAV**

**Dados**

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$U_R=227V$ ;  $U_S=228,9V$ ;  $U_T=231,5V$      $I_R=513,9A$ ;     $I_S=520A$ ;     $I_T=493,8A$

**Potência nas fases**

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 227 * 513,9 * 0,8 \quad P_R = 93324,2W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 228,9 * 520 * 0,8 \quad P_S = 95222,4W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231,5 * 493,8 * 0,8 \quad P_T = 91451,7W$$

**Potência total**

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 93324,2 + 95222,4 + 91451,7 = 249998,3W$$

**Potência aparente**

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{249998,3}{0,8} = 350kVA$$

**Cálculo do Carregamento do PT**

500kVA —————100%

350kVA —————X

$$X = \frac{350 \times 100\%}{500} = 70\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 30\%)$$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### 3.2.11. PT131, Capacidade 315kAV

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$$U_R=229V; U_S=229,1V; U_T=232V \quad I_R=355,2A; \quad I_S=352,1A; \quad I_T=369A$$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 229 * 355,2 * 0,8 \quad P_R = 65072W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229,1 * 352 * 0,8 \quad P_S = 64514,6W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 232 * 369 * 0,8 \quad P_T = 68486,4W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 65072 + 64514,6 + 68486,4 = 198073W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{198073}{0,8} = 247kVA$$

#### Cálculo do Carregamento do PT

$$315kVA \text{ ————— } 100\%$$

$$247kVA \text{ ————— } X$$

$$X = \frac{247 \times 100\%}{315} = 78\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 22\%)$$

### 3.2.12. PT87, Capacidade 630kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$$U_R=230V; U_S=232V; U_T=231V \quad I_R=821A; \quad I_S=833,8A; \quad I_T=799,6A$$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 821 * 0,8 \quad P_R = 151064W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 232 * 833,8 * 0,8 \quad P_S = 154753,3W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 799,6 * 0,8 \quad P_T = 147766,1W$$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 151064 + 154753,3 + 147766,1 = 453583,4W$$

### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{453583,4}{0,8} = 567kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

630kVA —————100%

567kVA —————X

$$X = \frac{567 \times 100\%}{630} = 90\% \text{ (O PT está subcarregado a 10 \%)}$$

### 3.3.13. PT159, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

$$U_R=230V; \quad U_S=229V; \quad U_T=231V$$

Correntes nas fases

$$I_R=477,3A; \quad I_S=458,6A; \quad I_T=433,8A$$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 477,3 * 0,8$$

$$P_R = 87823,2W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 458,6 * 0,8$$

$$P_S = 84015,52W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 433,8 * 0,8$$

$$P_T = 80166,2W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 87823,2 + 84015,52 + 80166,2 = 252605W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{252605}{0,8} = 316kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA —————100%

316kVA —————X

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

$$X = \frac{316 \times 100\%}{500} = 63\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 37\%)$$

### 3.2.14. PT132, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$$U_R=230,01V; U_S=229V; U_T=231V \quad I_R=558A; I_S=539,6A; I_T=576,1A$$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230,01 * 558 * 0,8 \quad P_R = 102676,4W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 539,6 * 0,8 \quad P_S = 98854,7W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 576,1 * 0,8 \quad P_T = 106463,3W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 102676,4 + 98854,7 + 106463,3 = 307994,4W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{307994,4}{0,8} = 385kVA$$

#### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA —————100%

385kVA —————X

$$X = \frac{385 \times 100\%}{500} = 77\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 33\%)$$

### 3.2.15. PT257, Capacidade 315kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$$U_R=230V; U_S=229V; U_T=231V \quad I_R=360,7A; I_S=326A; I_T=394A$$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

---

### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 230 * 360,7 * 0,8 \quad P_R = 66368,8W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 326 * 0,8 \quad P_S = 59723,2W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 394 * 0,8 \quad P_T = 72811,2W$$

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 66368,8 + 59723,2 + 72811,2 = 198903,2W$$

### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{198903,2}{0,8} = 249kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

315kVA —————100%

249kVA —————X

$$X = \frac{249 \times 100\%}{315} = 79\% \quad (\text{O PT está subcarregado a 21\%})$$

### 3.2.16. PT221, Capacidade 315kAV

#### Dados

Tensão nas fases

$U_R=228V$ ;  $U_S=231V$ ;  $U_T=229V$

Correntes nas fases

$I_R=359,2A$ ;  $I_S=348A$ ;  $I_T=369A$

### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 228 * 359,2 * 0,8 \quad P_R = 65518W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 231 * 348 * 0,8 \quad P_S = 63475,2W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 229 * 369 * 0,8 \quad P_T = 67600,8W$$

### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 65518 + 63475,2 + 67600,8 = 196594W$$

### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{196594}{0,8} = 246kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

315kVA —————100%

246kVA ————X

$$X = \frac{246 \times 100\%}{315} = 78\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 22\%)$$

### 3.2.17. PT90, Capacidade 500kAV

#### Dados

Tensão nas fases

Correntes nas fases

$U_R=230V$ ;  $U_S=229V$ ;  $U_T=231V$

$I_R=504,6A$ ;  $I_S=480,4A$ ;  $I_T=529,3A$

#### Potência nas fases

$$P = U * I * \cos\varphi$$

$$\text{Potência na fase R} \quad P_R = 231,2 * 504,6 * 0,8 \quad P_R = 93330,8W$$

$$\text{Potência na fase S} \quad P_S = 229 * 480,4 * 0,8 \quad P_S = 88854,8W$$

$$\text{Potência na fase T} \quad P_T = 231 * 529,3 * 0,8 \quad P_T = 97814,6W$$

#### Potência total

$$P_{total} = P_R + P_S + P_T$$

$$P_{total} = 93330,8 + 88854,8 + 97814,6 = 280000,2W$$

#### Potência aparente

$$S = \frac{P_{total}}{\cos\varphi} \quad S = \frac{280000,2}{0,8} = 350kVA$$

### Cálculo do Carregamento do PT

500kVA —————100%

350kVA ————X

$$X = \frac{350 \times 100\%}{500} = 70\% \quad (\text{O PT está subcarregado a } 30\%)$$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

**Tabela 2:** A situação actual de carregamento dos PTs no bairro em estudo

Nº	Designação do PT	Potência (kVA)	Carregamento (%)	Protecção do PT (A)	Observção
1	PT108	630	51	1000	PT Está subcarregado à 41%
2	PT339	500	74	800	PT Está subcarregado à 26%
3	PT182	500	68	800	PT Está subcarregado 32%
4	PT126	500	63	800	PT Está subcarregado 37%
5	PTS176	250	101	400	PT Está sobrecarregado 1%
6	PT256	630	70	1000	PT Está subcarregado 30%
7	PT317	500	78	800	PT Está subcarregado 22%
8	PT120	500	94	800	PT Está subcarregado 6%
9	PT258	500	75	800	PT Está subcarregado 25%
10	PT161	500	70	800	PT Está subcarregado 30%
11	PT131	315	78	500	PT Está subcarregado 22%
12	PT87	630	90	1000	PT Está subcarregado 10%
13	PT159	500	63	800	PT Está subcarregado 37%
14	PT132	500	77	800	PT Está subcarregado 23%
15	PT257	315	79	500	PT Está subcarregado 21%
16	PT221	315	78	500	PT Está subcarregado 22%
17	PT90	500	70	800	PT Está subcarregado 30%

Na tabela 2 verifica-se que os **PTS176, PT120 e PT87** estão num estado crítico do carregamento em relação a sua capacidade instalada o que origina sobrecargas na rede. Para ultrapassar este problema fez-se um estudo que resultou em transferência de uma parte de cargas de um **PT** para outro e o dimensionamento de um **PT Novo**.

O estudo de transferência de carga é a via encontrada uma vez que nas proximidades existe um PT com um carregamento que possibilita a ligação a uma carga outra exterior. Com esta transferência irá otimizar, garantir ou manter um bom funcionamento elevando a vida útil de PTs. Portanto carregamento não pode ser superior a 85% em relação a capacidade instalada em cada PT como a EDM recomenda.

### 4. Melhoramento

#### 4.1. Hipóteses

- Substituir os transformadores por outros com capacidades superiores;
- Montar outros transformadores para operar em paralelo com os existentes;
- Transferir cargas para transformadores subcarregados próximas dos PTs sobrecarregados.

#### 4.2. Justificastvo

A primeira hipótese os custos de aquisição dos transformadores são elevados e verifica-se que os transformadores sobrecarregados estão em bom estado de operação, o mesmo verifica-se para segunda hipótese, entretanto a terceira é considerada a ótima hipótese porque apresenta custos de aquisição baixos em comparação as outras duas hipóteses, simplesmente vai se transferir a carga para outro transformador existente a através do cabo ABC (torçado), para outra vai se comprar um transformador novo em vez de comprar tres (3) para satisfazer as duas primeiras hipótese.

#### 4.3. Para transferência de um PT para outro

Será feita a transferência do **PTS176** para **PT108** porque encontra-se o local mais próximo e que o carregamento do PT108 permite o aumento de uma certa potência sem exceder a potência recomendada.

Do **PTS176** sobrecarregado a 1%, irá se transferir 22% da capacidade instalada correspondente a 55kVA para **PT108** que actualmente está com 51% que passará a ter 73% o que corresponde a 376,3kVA da sua capacidade instalada.

Para a transferência desta carga consistiu em conhecer o carregamento dos PTs mais próximos. Carregamentos ver na tabela 2, e mapa de localização dos PTs ver apêndice 1 folha 1

### 4.4. Transferência de um PT para PT Novo

Para transferência de um PT para PT Novo (Dimensionamento de um PT Novo)

Será feita o dimensionamento de um PT Novo porque os PTs que se encontram nas proximidades estão sobrecarregados segundo as regras estabelecidas pela EDM o carregamento não podem ser superior a 85% da capacidade instalada de cada PT.

Do **PT120** de 500kVA com 94% de carregamento que corresponde a 470kVA, irá se transferir 25% da capacidade instalada correspondente a 125kVA para **PT Novo**;

Do **PT87** de 630kVA com 90% de carregamento que corresponde a 567kVA, irá se transferir 19% da capacidade instalada correspondente a 119,7kVA para **PT Novo**.

Fez se um plano de distribuição na transferência de carga de forma a equilibrar para não sobrecarregar uma única fase. Para o estudo de métodos de transferência de cargas ver o anexo 13 tabela A13-13.

### 4.5. Determinação da potência a transferir do PTS176 para PT108

$$S_c = n \times S_i \times F_s \times F_u \quad (\text{Equação 11})$$

Sabendo que:  $S_i = \frac{P}{\cos\phi}$  (Equação 12) e  $F_s = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}$  (Equação 13)

Onde:

$S_c$  potência contratada (instalada) por cada consumidor

$S_i$ - é a potência instalada atribuída a cada residência, que é de 3,3 kW, típico a de residências em zonas urbanas. [RSIUEE]

$n$ - Número de residências identificadas

$F_s$ - Factor de simultaneidade

$F_u$ - Factor de utilização que varia de 0,4 à 0,7.

A determinação do valor da potência a transferir levou-se em consideração os factores de utilização e de simultaneidade, dado ser praticamente impossíveis que todos os consumidores utilizem a potência máxima instalada ao mesmo tempo.

#### Dados

$$n=64; \quad K_u=0,7; \quad P=3,3\text{kW} \quad S_i = \frac{3,3}{0,8} = 4,125\text{kVA}$$

$$S_c = 64 \times 4,125 \times 0,7 \times \left(0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{64}}\right) = 55\text{kVA}$$





**Figura 13:** Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga do PT120 para PT Novo. (Fonte: Manual da EDM Julho 2006)

Para a transferência da carga primeiro irá se desligar (interromper) o cabo ABC (torçado) 4x95mm<sup>2</sup> que sai do PT120 através do poste LC60002. A seguir irá se estabelecer a ligação a carga através do cabo ABC (torçado) 4x95mm<sup>2</sup> ligando o cabo VAV 4x150mm<sup>2</sup> que sai PT Novo através do poste LC60022. Ver apêndice folha 7.

#### 4.6.2. Determinação da potência a transferir do PT87 para PT Novo

$$S_c = n \times S_i \times F_s \times F_u$$

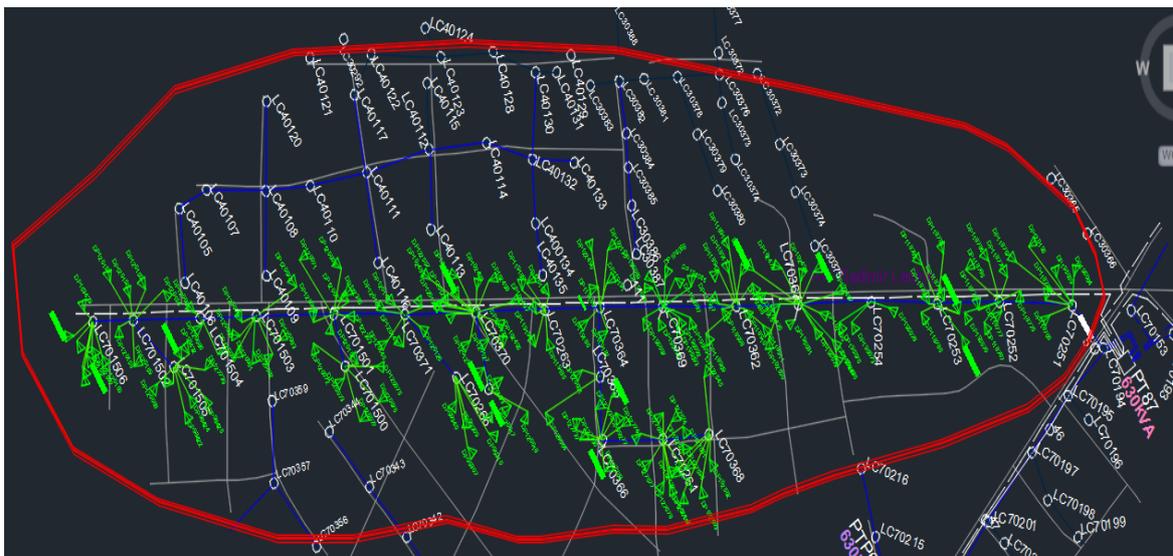
Sabendo que:  $S_i = \frac{P}{\cos\phi}$  e  $F_s = 0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{n}}$

#### Dados

n=158; Ku=0,7; P=3,3kW

$$S_i = \frac{3,3}{0,8} = 4,125kVA$$

$$S_c = 158 \times 4,125 \times 0,7 \times \left(0,2 + \frac{0,8}{\sqrt{158}}\right) = 120kVA$$



**Figura 14:** Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga do PT87 para PT Novo. (Fonte: Manual da EDM Julho 2006)

Para a transferência da carga primeiro irá se desligar (interromper) o cabo ABC (torçado) 4x95mm<sup>2</sup> que sai do PT120 através do poste LC70251. A seguir irá se estabelecer a ligação a carga através do cabo ABC (torçado) 4x95mm<sup>2</sup> ligando o cabo VAV 4x150mm<sup>2</sup> que sai PT Novo através do poste LC701506. Ver apêndice folha 7.

#### 4.6.3. Cálculo da potência a ser instalada no PT Novo

$$S_t = S_0 * \left(1 + \frac{\alpha\%}{100}\right)^N \quad \text{(Equação 14)}$$

Onde:

$S_t$ -potência total de carga a ser considerada;

$S_0$ - é a potência total de carga que resultou na soma de potencia transferida dos PT87 e PT87;

$k_f$  - é o factor de crescimento de carga;

$\alpha\%$  - é a taxa de crescimento anual da carga;

$N$  - é o período considerado para o crescimento dado em anos

O factor de crescimento de carga é obtido pela expressão:

$$k_f = \left(1 + \frac{\alpha\%}{100}\right)^N \quad \text{(Equação 15)}$$

**Dados**

$S_0 = 244,7\text{kVA}$  onde  $S_0$  é a soma das duas potências transferidas dos PT120 e PT87

$\alpha = 5\%$

$N=5$  anos

Foi considerada para o presente projecto uma taxa de crescimento anual de 5%, e foi feita uma projecção de crescimento para um horizonte de cinco anos.

Resolução:

$$S_t = 244,7 * \left(1 + \frac{5}{100}\right)^5 = 312,31\text{kVA}$$

**4.7. Potências nominais dos transformadores**

**Tabela 3:** Potências nominais recomendadas para os transformadores

Potências nominais recomendadas para os transformadores

<b>Transformador (kVA)</b>	30;	50;	100;	160;	200;	250;
	315;	500;	630;	800;	1000.	

Como no mercado não existe um transformador cujo a potência é de 321,3kVA, sendo assim transformador a instalar seria de 315kVA, mas o transformador provavelmente estaria a funcionar com o carregamento de 99,14% num período de cinco (5) anos conforme como foi previsto. Neste estaria a violar a regra estabelecida pela EDM que considera 85% de carregamento como limite do funcionamento normal de um PT.

Como conclusão o transformador a instalar será de 500kVA ( $S_N=500\text{kVA}$ ). Com esse transformador irá funcionar aproximadamente com 63% do carregamento em relação a sua capacidade instalada ate aos 5 anos, satisfazendo a regra estabelecida pela EDM que

considera o funcionamento normal quando do carregamento de PT é menor ou igual a 85% da capacidade instalada. Ver anexo 12 tabela A12-12

### 4.8. Dimensionamento de cabos (secção) e protecções no lado de baixa tensão (BT)

$$I_{Sn} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U_n} \quad (\text{Equação 16})$$

$I_{Sn}$ - Intensidade de corrente de serviço nominal;  $S_N$ -Potência instalada nominal; potência;  $U_n$ - tensão entre fases

Dados

$$S_N = 500kVA \quad U_n = 400V$$

$$I_{Sn} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 721,69A$$

#### 4.8.1. Calibre do disjuntor

Verifica-se a condição

$$I_{Sn} \leq I_{np} \quad I_{ns} = 721,69A;$$

O valor da corrente de serviço nominal consultando em anexo 4 tabela A4-4 de disjuntores normalizados não se encontra, assim sendo, passa-se para o calibre de disjuntor imediatamente à seguir.

$$. \quad I_{np} = 800A \quad \text{Verifica-se a condição:} \quad 721,69A \leq 800A$$

**Comentário 1:** *A condição da verificação foi satisfeita. Neste caso serve para a protecção por disjuntor de 800A.*

De acordo com a disposição dos consumidores na área estudada e tecnicamente viável para prever para três (3) circuitos eléctricos a partir do quadro geral de distribuição. Uma vez que a carga será repartida em três (3) circuitos, esta corrente será dividida em três canalizações idênticas.

A protecção de três (3) circuitos (saídas) será feita por fusíveis

$$I_s = \frac{I_{Sn}}{n} \quad (\text{Equação 17})$$

Onde: n- número de circuitos (saídas); e n=3

$$I_s = \frac{721,69A}{3} = 240,56A$$

Com essa corrente de serviço consultando no anexo 5 tabela A5-5 de corta fusíveis ter-se-à fusível de 250A, e no anexo 6 tabela A6-6 escolheu-se a secção do cabo de 95mm<sup>2</sup> em cobre, com três (3) e quatro (4) condutores. Os cabos serão enterrados

$$S_n = 95\text{mm}^2; \quad I_s = 240,56A; \quad I_{np} = 250A; \quad I_z = 295A$$

$I_{np}$ - Intensidade de corrente de protecção (ver anexo 5 tabela A5-5)

$I_z$ - Intensidade de corrente admissível (ver anexo 6 tabela A6-6)

$S_n$ - Secção nominal (ver anexo 6 tabela A6-6)

#### **4.8.2. Protecção contra sobreintensidade com secção de 95mm<sup>2</sup>**

##### **4.8.2.1. Protecção contra curto-circuito**

$$I_{zc} = \beta \chi F_{T35^\circ\text{C}} \chi I_z \quad (\text{Equação 20})$$

Onde:

$I_{zc}$ - é a intensidade da corrente máxima admissível com factores de temperatura e grupo

$\beta$ - Factor de correcção para cabos multicondutores enterrados. Ver anexo 1 tabela A1-1

$F_{T35^\circ\text{C}}$ - Factor de temperatura a 35°C. Ver anexo 2 tabela A2-2

O cabo será enterrado directamente no solo

$$I_{zc} = 0,75 \times 0,82 \times 295A \quad \leftrightarrow \quad I_{zc} = 181,43A$$

##### **4.8.2.2. Protecção contra sobrecarga**

$$I_s \leq I_{np} \leq I_z \quad 240,56A \leq 250A \leq 295A \quad (\text{Equação 21})$$

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad (\text{Equação 22})$$

$$I_{nf} = 1,3I_{np} \quad I_{nf} = 1,3 \times 250A \quad \leftrightarrow \quad I_{nf} = 325A$$

$$1,45I_{zc} = 1,45 \times 181,43 = 263,07A$$

Verificação se o cabo VAV de 4x95mm<sup>2</sup> serve para a protecção por fusível:

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad 325A \leq 263,07A$$

**Comentário 2:** A condição da verificação não foi satisfeita, sendo assim o cabo VAV de 4x95mm<sup>2</sup> não serve para a protecção por fusível de 250A. Assim sendo, passa-se para a secção imediatamente à seguir.

$$S_n = 120\text{mm}^2; \quad I_s = 240,56A; \quad I_{np} = 250A; \quad I_z = 340A;$$

#### 4.8.3. Protecção contra sobreintensidade com secção de 120mm<sup>2</sup>

##### 4.8.3.1. Protecção contra curto-circuito

$$I_{zc} = 0,75 \times 0,82 \times 340A \leftrightarrow I_{zc} = 209,1A$$

##### 4.8.3.2. Protecção contra sobrecarga

$$I_S \leq I_{np} \leq I_z \quad 240,56A \leq 250A \leq 340A$$

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad I_{nf} = 1,3I_{np} \quad I_{nf} = 1,3 \times 250A \leftrightarrow I_{nf} = 325A$$

$$1,45I_{zc} = 1,45 \times 209,1A = 303,19A$$

Verificação se o cabo VAV de 4x120mm<sup>2</sup> serve para a protecção por fusível:

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad 325A \leq 303,19A$$

**Comentário 3:** *A condição da verificação não foi satisfeita, sendo assim o cabo VAV de 4x120mm<sup>2</sup> não serve para a protecção por fusível de 250A. Assim sendo, passa-se para a secção imediatamente à seguir.*

$$S_n = 150\text{mm}^2; \quad I_S = 240,56A; \quad I_{np} = 250A; \quad I_z = 390A;$$

#### 4.8.4. Protecção contra sobreintensidade com secção de 150mm<sup>2</sup>

##### 4.8.4.1. Protecção contra curto-circuito

$$I_{zc} = 0,75 \times 0,82 \times 390A \leftrightarrow I_{zc} = 239,85A$$

##### 4.8.4.2. Protecção contra sobrecarga

$$I_S \leq I_{np} \leq I_z \quad 240,56A \leq 250A \leq 390A$$

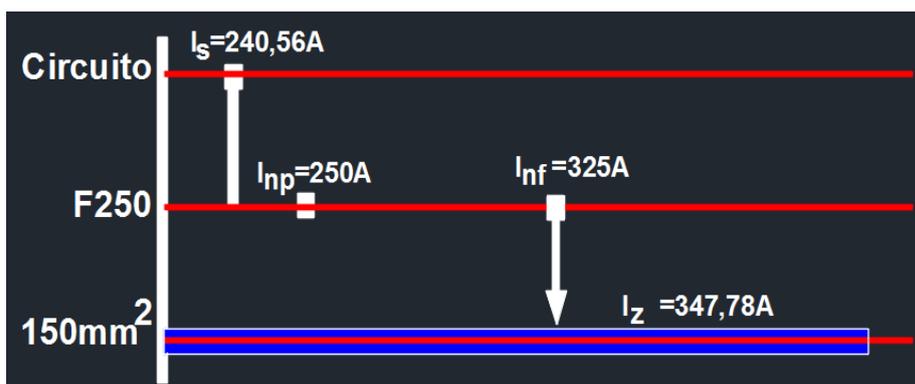
$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad I_{nf} = 1,3I_{np} \quad I_{nf} = 1,3 \times 250A \leftrightarrow I_{nf} = 325A$$

$$1,45I_{zc} = 1,45 \times 239,85A = 347,78A$$

Verificação se o cabo VAV de 4x150mm<sup>2</sup> serve para a protecção por fusível:

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad 325A \leq 347,78A$$

**Comentário 4:** *A condição da verificação foi satisfeita, assim sendo o cabo para o cabo VAV de 4x150mm<sup>2</sup> serve com a protecção por cartuchos fusíveis de a,p,c de 250A nas três (3) saídas.*



**Figura 15:** Representação das secções do cabo com seu isolamento e a sua protecção

#### 4.9. Cálculo da resistência

##### 4.9.1. Cálculo da resistência a montante

O cabo da saída do transformador para o primeiro poste será de 50 metros de comprimento, o valor de resistividade do material é obtido no anexo 8 tabela A8-8 da característica de condutores à temperatura de 20°C.

Dados:  $\rho = 0,0178\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ;  $\ell = 50\text{m}$ ;  $S_n = 150\text{mm}^2$ ;  $R_m = ?$

$$R_m = \rho \times \frac{\ell}{S_n} = 0,0178 \times \frac{50}{150} = 0,006\Omega \quad (\text{Equação 22})$$

##### 4.9.2. Cálculo da resistência do cabo a jusante a 20°C

O cabo da saída do transformador será de cobre. Ver o anexo 3 tabela A3-3 da resistência máxima de condutores de cobre a 20°C para secções de 150mm<sup>2</sup> é de 0,124Ω/km, então a resistência do cabo a 20°C será:

Dados:  $\ell = 50\text{m}$ ;  $R = 0,124\Omega/\text{km}$ ;  $R_{c20^\circ\text{C}} = ?$

$$R_{c20^\circ\text{C}} = \frac{2 \times \ell \times R}{1000} = \frac{2 \times 50 \times 0,124}{1000} = 0,012\Omega \quad (\text{Equação 23})$$

##### 4.9.3. Correção da resistência do cabo a jusante devido a temperatura

O valor de coeficiente de temperatura para condutores de cobre é de 0,004. Ver anexo 8 tabela A8-8

Dados:  $R_{c20^\circ\text{C}} = 0,012\Omega$ ;  $\alpha = 0,004$ ;  $T_f = 35^\circ\text{C}$ ;  $T_i = 20^\circ\text{C}$ ;  $R_c = ?$

$$R_c = R_{c20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha (T_f - T_i)] \quad (\text{Equação 24})$$

$$R_c = 0,0124 \times [1 + 0,004(35^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})] = 0,013\Omega$$

#### 4.9.4. Cálculo da resistência total do cabo

$$R_{tc} = R_m + R_c = 0,013\Omega + 0,012\Omega = 0,025\Omega$$

#### 4.9.5. Cálculo da corrente de curto-circuito

$$\text{Dados: } U_n = 400\text{V}; \quad R_{tc} = 0,025\Omega; \quad I_{cc} = ?$$

$$I_{cc} = \frac{U_n}{R_{tc}} \quad I_{cc} = \frac{400\text{V}}{0,025\Omega} = 16000\text{A} = 16\text{kA} \quad (\text{Equação 25})$$

#### 4.9.6. Cálculo do tempo de actuação do órgão de protecção ou de duração de curto-circuito

Atendendo ao artigo 580 do RSIUEE, que nos fornece  $K=115$ . Para cabos com alma de aço e isolados a canalização suporta  $I_{cc}$ , sem danificação durante o tempo de actuação ( $t_{act}$ ).

$$K = 115; \quad t_{act} = ?$$

$$\sqrt{t_{act}} = K \times \left( \frac{S_n}{I_{cc}} \right) = 2,3\text{s} \quad (\text{Equação 26})$$

$$t_{act} = \left( \frac{115 \times 150}{16000} \right)^2 = 1,078\text{s}$$

Segundo o R.S.I.U.E.E, artigo 580 alínea 2, o tempo de corte do órgão de protecção, deve ser inferior a 5 segundos. Neste a canalização está protegida.

#### 4.9.7. Determinação da queda de tensão

Tendo em conta que para este caso específico a queda de tensão ocorrerá entre 3 fases

$$\Delta_u = \frac{\sqrt{3} \times I_s \times l \times \rho}{S_n \times U_n} \times 100 \quad (\text{Equação 27})$$

$$\Delta_u = \frac{\sqrt{3} \times 240,56 \times 50 \times 0,0178}{150 \times 400} \times 100 = 0,618\%$$

Se for a distância de 300 metros ter-se-à a queda de tensão como:

$$\Delta_u = \frac{\sqrt{3} \times 240,56 \times 300 \times 0,0178}{150 \times 400} \times 100 = 3,7\%$$

**Comentário 5:** A queda de tensão está dentro do valor admissível. Segundo o R.S.I.U.E.E no artigo 425 recomenda que a queda de tensão admissível desde a origem da instalação até a utilização, não deve ser superior a 5%.

### 4.10. Dimensionamento do barramento no lado de baixa tensão

Dados

$$S_N = 500kVA; \quad U_n = 400V; \quad f = 50Hz; \quad t = 0,5s; \quad K_{cobre} = 159$$

A secção é dada pela expressão:

$$S_n = \frac{I_{th}}{K} \times \sqrt{t} \quad (\text{Equação 28})$$

Onde:

$t$ : Tempo de actuação do dispositivo de protecção;

$K$ : Factor  $k$  em função do material do barramento. Ver anexo 9 tabela A9-9

$$I_{th} = I_{cc} \times \sqrt{m + n} \quad (\text{Equação 29})$$

$$m = f(k; t) = (1,8 ; 0,5) = 0,09 \quad \text{Ver anexo 14}$$

$$n = \left( \frac{I_k''}{I_k} ; t \right)$$

$$I_k = I_n = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 721,7A$$

$$I_k'' = I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U} \quad (\text{Equação 30})$$

$$I_k'' = I_{cc} = \frac{250 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 400} = 360843,9A$$

$$\frac{I_k''}{I_k} = \frac{360843,9}{721,7} = 499,9 \cong 500$$

Como no gráfico não tem a curva de 500, recomenda-se o uso da curva máxima que é 6.

$$n = (6; 0,5) = 0,36 \quad \text{Ver anexo 15}$$

$$I_{th} = I_{cc} \times \sqrt{m + n} = 360843,9 \times \sqrt{0,09 + 0,36} = 242061,4A$$

$$S_n = \frac{I_{th}}{K} \times \sqrt{t} = \frac{242061,4}{159} \times \sqrt{0,5} = 1076,5mm^2$$

O barramento para suportar as secções dimensionadas será de 63mm × 8mm com uma secção térmica de 1380mm<sup>2</sup>. Ver anexo 7 tabela A7-7

### 4.11. Dimensionamento da protecção do Transformador lado de alta tensão

#### 4.11.1. Dimensionamento de Pára-raios

Os pára-raios devem suportar a tensão máxima da linha. As tensões nominais a usar em diferentes situações possíveis nas redes da EDM, são de marca ASA, tipo XBE.

Tensão Nominal do Pára-raios ( $U_p$ ): Ver anexo 10 tabela A10-10

$$U_p = U_L = 11kV$$

Os pára-raios devem suportar a tensão máxima da linha.

$$U_{Max} = 1,1 * U_L \quad (\text{Equação 31})$$

$$U_{Max} = 1,1 * 11kV = 12,1kV$$

#### 4.11.2. Drop-outs

Os “drop-outs” são a protecção contra curto circuitos. Executam também o corte visível da instalação, como é prescrito nos regulamentos.

Dados

$$S_N = 500kVA; \quad U_L = 11kV$$

$$I_{Sn} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U_L} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 11 \times 10^3} = 26,2A$$

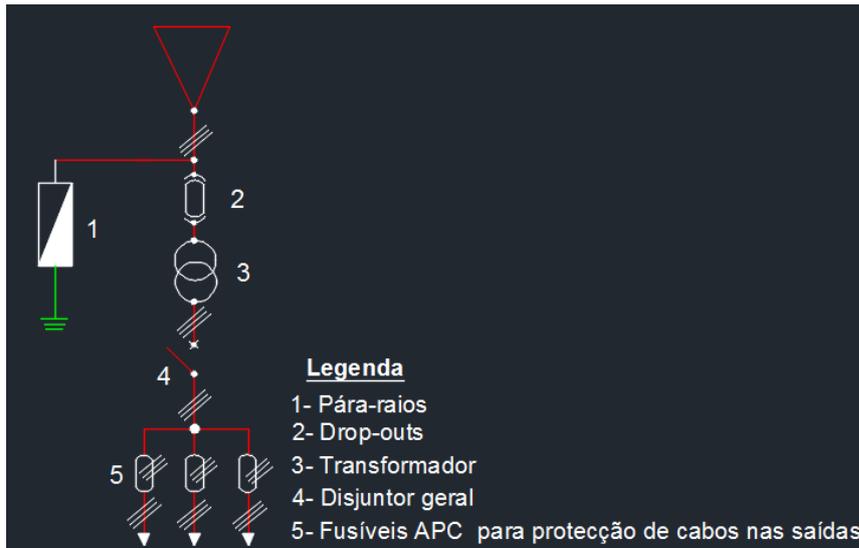
O valor do calibre dos links de fusíveis de MT para a protecção da linha em causa será imediatamente a seguir que é padronizado. Neste caso será de 30A com a capacidade de corte de  $I_K=10kA$ . Ver anexo 11 tabela A11-11

#### 4.11.3. Isoladores

Os isoladores devem suportar a tensão máxima da linha

Dados

$$U_p = U_L = 11kV \quad U_{Max} = 1,1 * U_L \quad U_{Max} = 1,1 * 11kV = 12,1kV$$



**Figura 16:** Diagrama unifilar do PT Novo e a protecção. (Fonte: Manual da EDM Julho 2006)

#### 4.12. Dimensionamento de cabos (secção) e protecções no lado de baixa tensão no PT108

Dados

$$S_N = 630kVA; \quad U_L = 400V$$

$$I_{sn} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times U_L} = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 909,32A \quad I_s = \frac{909,32A}{5} = 181,86A$$

$$S_n = 95mm^2; \quad I_s = 181,86A; \quad I_{np} = 200A; \quad I_z = 295A;$$

##### 4.12.1. Protecção contra sobreintensidade com secção de 95mm<sup>2</sup>

###### 4.12.1.1. Protecção contra curto-circuito

$$I_{zc} = 0,75 \times 0,82 \times 295A \leftrightarrow I_{zc} = 181,43A$$

###### 4.12.1.2. Protecção contra sobrecarga

$$I_s \leq I_{np} \leq I_z \quad 181,86A \leq 200A \leq 295A$$

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad 1,45I_{zc} = 1,45 \times 181,43 = 263,07A$$

$$I_{nf} = 1,3I_{np} \quad I_{nf} = 1,3 \times 200A \leftrightarrow I_{nf} = 260A$$

Verificação se o cabo VAV de 4x95mm<sup>2</sup> serve para a protecção por fusível:

$$I_{nf} \leq 1,45I_{zc} \quad 260A \leq 263,07A$$

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

**Comentário 4:** A condição da verificação foi satisfeita, neste caso irá se manter o cabo VAV de 4x95mm<sup>2</sup> e a protecção de 200A nas 5 saídas uma vez que coincidem.

**Tabela 4:** Calibre de protecção e secção dos condutores no lado de baixa tensão

Designação do PT	Potência (kVA)	Disjuntor geral (A)	Secção de cabos das saídas	Calibre de fusíveis de saída (A)
PT Novo	500	800	VAV, 4x150mm <sup>2</sup>	250

**Tabela 5:** Calibre de protecção e secção dos condutores no lado de alta tensão

Designação do PT	Tensão máxima de base Drop-Out	Calibre de links para Drop-Outs	Secção de cabos no primário do Transformador
PT Novo	12,1kV	30A	XLPE, 3x95mm <sup>2</sup> (subterrâneo)

**Tabela 6:** A situação de carregamento dos PTs no bairro em estudo após o melhoramento

Nº	Designação do PT	Capacidade (kVA)	Potência do Carregamento (kVA)	Potência após o Melhoramento (kVA)	Carregamento após o Melhoramento (%)	Protecção do PT (A)
1	PT108	630	321,3	459,9	73	1000
2	PT339	500	370	370	74	800
3	PT182	500	340	340	68	800
4	PT126	500	315	315	63	800
5	PTS176	250	252,5	197,5	79	400
6	PT256	630	441	441	70	1000
7	PT317	500	390	390	78	800
8	PT120	500	470	345	69	800
9	PT258	500	375	375	75	800
10	PT161	500	350	350	70	800
11	PT131	315	245,7	245,7	78	500
12	PT87	630	567	447,3	71	1000
13	PT159	500	315	315	63	800
14	PT132	500	385	385	77	800
15	PT257	315	248,85	248,85	79	500
16	PT221	315	245,7	245,7	78	500
17	PT90	500	350	350	70	800

### 4.13. Especificações de Materiais

#### 4.13.1. Rede de Média Tensão

Cabo XLPE 3x95mm<sup>2</sup> de cobre com tensão 11 kV, fabricados de acordo com a norma IEC 60502-2, para além do isolamento de XLPE, estes cabos de alta tensão são revestidos com Polietileno de Alta Densidade (HDPE). Estão disponíveis com e sem blindagem adicional, de fios ou cinta de cobre para serviço ligeiro e pesado, dependendo dos parâmetros e requisitos de instalação.

(semelhante aos do fabrico da Aberdare Cables).

#### 4.13.2. Cabos de distribuição de energia aérea

Cabo torçado (cabo ABC) de 3x95mm<sup>2</sup> para distribuição de energia de Baixa Tensão, de construção XS ou LXS com a tensão estipulada 0,6/1 kV fabricado segundo a norma DMA C33-209, certificados pela EDP- Electricidade de Portugal de isolamento XLPE, condutores isolados reunidos em hélice, cableamento para a direita (Z). Instalação ao ar em linhas aéreas estendidas entre apoios e linhas assentes em fachadas, excelente resistência a agentes externos.

(Semelhante aos do fabrico da Aberdare Cables)

#### 4.13.3. Tipo construtivo do PT

O transformador será montado numa base de alvenaria a uma altura não inferior a 2,5 metros do solo, Para o pórtico vai-se usar dois postes de betão de média tensão, com uma altura de 12m. no pórtico ira se fazer a montagem de pára-raios e drop outs. Ver anexo 2 folha 9

#### 4.13.4. Transformador a ser Montado

Transformador de potência de 500kVA - 11kV/400 com as seguintes características:

- Sistema de Arrefecimento; Natural
- Número de Fases; 3
- Potência de Saída; 500kVA
- Frequência; 50Hz
- Tensão do Primário; 11kV

- Tensão do Secundário em vazio; 400V
- Grupo de Ligação; DYn11

### **4.13.5. Medições**

O sistema de medição da energia irá se utilizar um contador digital ficará localizado numa cela apropriada no armário, no lado da baixa tensão. O equipamento deverá ser adequado para medição da energia consumida.

### **4.13.6. Materiais diversos**

#### **4.13.6. 1. Rede de “terra”**

Cabo de cobre num entrançado, fabricado segundo a BS 125:1954, cabos estes formados por fio múltiplos iguais de cobre eléctrico rijo, cabelado mecanicamente, nas secções de 10mm<sup>2</sup> a 240mm<sup>2</sup>.

Eléctrodos de terra em vareta de ferro cobreado, completos com pontas, uniões e mangas de ligação à linha geral de terra.

(Semelhantes ao tipo THOR, fabrico BICC/Inglaterra)

Eléctrodos de terra, três (3) metros de comprimento

(Semelhantes ao tipo C, fabrico CURT WINEMAR / Suécia)

Terminais de 35mm<sup>2</sup>, Terminais de 50mm<sup>2</sup>

#### **4.13.6.2. Acessórios para eléctrodos de terra**

Abraçadeira (BET) efectua o aperto do cabo de terra ao eléctrodo de terra. Abraçadeira em latão com parafuso zincado. União em latão cobreado. Batente em aço zincado. Cerracabos em aço cobreado.

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom).

#### **4.13.6.3. Ferragem**

Travessas galvanizada L e U para suporte de pára-raios, para isoladores, para dop-out de com três metros de comprimentos, distância dos parâmetros relacionados ao PT ver na figura 9

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom).

### **4.13.6.4. Pinça de amarração**

Pinça de amarração aplicado para cabos de torçado utilizados em redes de distribuição feito em material plástico de alta resistência mecânica e às intempéries; Hastes em aço electrozincado (AZ), ou galvanizado (AG), ou aço inox (AI).

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom).

### **4.13.6.5. Pinça suspensão**

Utilizada na suspensão de cabos de torçado. Com capacidade para se adaptar ao diâmetro do cabo em uso. A pinça que pode ser presa ao poste por meio de um ferro espigão feito em material metálico em aço electrozincado (AZ), galvanizado a quente (AG) ou aço inox (AI). Núcleo em borracha de alta resistência mecânica, climatérica e dieléctrica.

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom)

### **4.13.6.6. Ligadores de derivação de perfuração do isolamento de aperto**

Aplicação para derivação de cabos de torçado em cobre ou alumínio. Permite montagem sob tensão sem desnudamento dos condutores. Aperto controlado por parafuso-fusível, com material termoplástico reforçado com fibra de vidro. Dentes em Alumínio (AL) ou Cobre (CU)

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom).

### **4.13.6.7. Suporte de fixação**

Irá se aplicar para a fixação de cabos de torçado em fachadas mantendo o afastamento com o uso de uma abraçadeira de serrilha ou de inox.

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom).

### **4.13.6.8. Ligadores paralelos bimetalicos**

Aplicado na ligação de condutores principais nus de alumínio, e condutores derivados de cobre. Feito com material em liga de alumínio e cobre. Parafusos e porcas em aço ou aço inox.

(Semelhantes ao tipo de fabrico do Jobasi Electric e Telecom).

Ligação no lado secundário (BT)

A ligação no lado secundário será feita através do cabo VAV 4x120mm<sup>2</sup> através de terminais bimetálicos ao transformador de potência (lado de BT) e ao Quadro Geral de Baixa Tensão.

### **4.13. Segurança**

#### **4.13.1. Terras**

Haverá dois tipos distintos de terras, nomeadamente Terra de serviço e terra de protecção, neste contexto os eléctrodos de terra de serviço e Terra de Protecção deverão estar entre si separadas na horizontal pelo menos 20 metros para que possa ser considerada terras distintas.

Deverá haver ligações amovíveis, de aperto (links de terra) para permitir a medição da resistência de terra.

#### **4.13.2. Terra de Serviço**

À terra de serviço será ligado ao neutro do secundário do transformador. Esta ligação será feita a partir do quadro geral de baixa tensão a partir de um ligador amovível no barramento.

#### **4.13.3. Terra de Protecção**

Às terras de protecção ligar-se-ão as massas da aparelhagem de Média Tensão, assim como todas partes metálicas de suporte e fixação da aparelhagem, incluindo a cuba do transformador e o invólucro metálico do quadro de baixa tensão.

Não havendo possibilidade de execução de 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.

#### **4.13.4. Condutores de Terra**

Utilizar-se-à um cabo de cobre nú de 35mm<sup>2</sup> de secção até ao ligador amovível, situado na base do pórtico, e o cabo de 50mm<sup>2</sup> de secção deste até aos eléctrodos de terra, no interior do solo.

No último metro antes de penetrarem no solo e 0,5 metros dentro deste, os condutores de terra devem ser protegidos mecanicamente por uma cantoneira ou por um tubo adequado, com um comprimento de 1,5 metros.

### **4.13.5. Eléctrodos de Terra**

Quer eléctrodos de terra de protecção quer o da terra de serviço, serão construídos por carrões próprios para este fim podendo na sua falta serem substituídos por tubos de ferro galvanizados de 2", interligados entre si por um cabo de cobre de 50mm<sup>2</sup> 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 um dos outros a 3 metros. O número de elementos por eléctrodo depende da resistividade do solo. Ter-se-à em consideração que o valor da resistência de terra seja inferior a 20Ω, tal como o regulamento recomenda.

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

### 4.14. Estimativa de custos

Tabela 7: Estimativa de custos de materiais

Nº	Material	Un	Qtd	Preç. Un (MT)	Preç. Total (MT)
1	Transformador de potência 500kVA 11/0,4kV	un	1	820.000,00	820.000,00
2	Base de alvenaria para transformador de 500kVA	un	1	39.000,00	39.000,00
3	Vedação completa do PT	un	1	51.000,00	51.000,00
4	Postes de madeira 9m	un	3	6.800,00	20.400,00
5	Postes de betão 12m	un	2	14.000,00	28.000,00
6	Isoladores stv	un	3	2.100,00	6.300,00
7	Isoladores de passagem	un	3	2.050,00	6.150,00
8	Armário completo de baixa tensão	un	1	130.000,00	130.000,00
9	Cabo VAV 4x150mm <sup>2</sup> de cobre	m	200	6.300,00	1.260.000,00
10	Pára-raios 11kV	un	3	6.000,00	18.000,00
11	Drop-out 11kV	un	3	8.000,00	24.000,00
12	Travessa L galvanizada com 3m para dop-out	un	1	8.750,00	8.750,00
13	Parafusos e Porcas M18x400mm	un	50	123,00	6.150,00
14	Eléctrodos de terra 1,5m	un	4	790,00	3.160,00
15	Condutor de cobre nú de 35mm <sup>2</sup>	m	25	158,32	3.958,00
16	Ferragem galvanizada de suporte para pára-raios	un	1	3.880,00	3.880,00
17	Cabo ABC Torçada 4x95x16mm <sup>2</sup>	m	300	500,00	150.000,00
18	Travessa L galvanizada de 3m para isoladores	un	1	7.000,00	7.000,00
19	Ligadores paralelos de alumínio	un	40	730,00	29.200,00
20	Candeeiro IP completo para o PT	un	2	1.500,00	3.000,00
21	Kit completo para caixa de média tensão	un	1	15.000,00	15.000,00

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

22	Espigão de BT	un	4	355,00	1.420,00
23	Ligadores PC3	un	20	300,00	6.000,00
24	Ligadores PC2	un	80	70,80	5.664,00
25	Cabo torçado 2x25mm <sup>2</sup> para baixadas	m	500	59,00	29.500,00
26	Ligador amovível	un	6	180,00	1.080,00
27	Porcas Olhais	un	4	370,00	1.480,00
28	Terminais bimetálicos de 150mm <sup>2</sup>	un	6	500,00	3.000,00
29	Ligador Amovível NH00 Base 160-400A	un	1	1.582,00	1.582,00
30	Tubo PVC 110mm	un	1	2.000,00	2.000,00
31	Condutor de cobre nú de 50mm <sup>2</sup>	m	30	950,00	28.500,00
32	Condutor de cobre nú de 35mm <sup>2</sup>	m	40	700,00	28.000,00
33	Placa de tiqueta para informação de perigo de morte	un	4	200,00	800,00
<b>Custo Total sem Impostos-A</b>					<b>2.741.974,00</b>

**Tabela 8:** Custo Global sem Impostos

<b>B - MÃO DE OBRA</b>			
Descrição	Qtd	Valor	Valor Total (MTs)
Mão de Obra 10%		274.197,40	274.197,40
<b>SUBTOTAL - B</b>			<b>274.197,40</b>
<b>C - TRANSPORTE</b>			
Descrição	Qtd	Valor	Valor Total (MTs)
Transporte 5%		137.098,70	137.098,70
Aluguer de camiões, Grua	2	4.000,00	8.000,00
<b>SUBTOTAL - C</b>			<b>145.098,70</b>
<b>RESUMO</b>			
Soma ( A + B + C )			<b>3.161.270,10</b>
<b>Custo Global sem Impostos</b>			<b>3.161.270,10</b>

### 5. Considerações finais

#### 5.1. Conclusões

Depois de ter feito o levantamento de carga verifica-se que os transformadores PTS176, PT120 e PT87 estão sobrecarregados Após ter feito o estudo de melhoramento da rede de distribuição de energia eléctrica optou-se em transferir as cargas do PTS176 para PT108, do PT120 e PT87 para o novo PT que será instalado. Neste caso como resultado do melhoramento conclui-se que:

- As secções dos cabos estão correctamente dimensionados;
- As proteccões estão correctamente dimensionados,
- Os transformadores não estão sobrecarregados estando a funcionar dentro dos padrões recomendados de carregamento;
- Vai minimizar ou eliminar as interrupções de fornecimento de energia eléctrica neste bairro;

#### 5.2. Recomendações

- Recomenda-se que haja manutenção preventiva da rede;
- Recomenda-se que haja sempre o redimensionamento da rede uma vez que passado tempo pode haver um incremento de cargas com aumento populacional que tem-se registado nesse bairro o que pode sobrecarregar alguns transformadores;
- Recomenda se sempre a verificação dos apertos nas baixadas de modo a evitar maus contactos
- Recomenda se a verificação dos isoladores, pára-raios e drop-outs de modo a evitar o feroz dos mesmos;
- Recomenda se a verificação do nível de óleo dos transformadores;
- Verificar se a potência máxima atingida pelo Transformador de Potência, se enquadra nos parâmetros do seu dimensionamento (kVA);
- Diminuindo a disposição dos fio (condutores) nos postes para evitar possível curto-circuitos, e ligações clandestinas.

### 6. Bibliografia

- [1]. Albano de Almeida, Materiais\_e\_Equipamentos\_Elétricos;
- [2]. Dicionário\_Electricidade Março2007 Jmatias;
- [3]. Frederico Olavo da Silva Henriques Seabra;
- [4]. L. Sousa Martins Setúbal, Março de 2005;
- [5]. Power System;”Analysis and Design. J. Duncan Glover, Mulukutla S.Sarme.”;
- [6]. Manual de montagem de Postos de transformação rurais (Manual da EDM);
- [7]. Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (R.T.I.E.B.T.);
- [8]. Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (RSIUEE);
- [9]. RTIEBT- Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão. 2006.;
- [10]. SOLIDAL – Guia técnico;
- [11]. VANDERSON, Cláudio, Instalações Eléctricas I, SL, SD.

# **Anexos**

## ANEXO 1

**Tabela A1-1:** Factores de correcção para cabos multicondutores enterrados ( $\beta$ )

Número de cabos com pequeno afastamento	2	3	4	5	6	8	10
Valores a multiplicar	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,62	0,60

## ANEXO 2

**Tabela A2-2:** Factores de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20°C  
( $\delta$ )

Temperatura ambiente (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Valores a Multiplicar	Tensão nominal 1,15 1,10 1,05 1,00 0,94 0,88 0,82						
	Até 4,8/7,2KV inclusive						
	Tensão nominal						
	7,2/12KV 1,20 1,13 1,07 1,00 0,93 0,85 0,76						

ANEXO 3

Tabela A3-3: Valor de coeficiente de temperatura para condutores

RÍGIDAS					
Resistência máxima em corrente contínua a 20° C Ω/km					
SECÇÃO NOMINAL mm <sup>2</sup>	NÚMERO DE FIOS	Cabos monocondutores e cabos com condutores paralelos		Cabos multicondutores cableados	
		Cobre não estanhado	Cobre estanhado	Cobre não estanhado	Cobre estanhado
0,2	1	88,5	89,5	—	—
0,3	1	53,1	53,7	—	—
0,5	1	35,4	35,8	—	—
0,75	1	23,8	24,0	—	—
1	1	17,7	17,9	18,1	18,2
1,5	1	11,9	12,0	12,1	12,2
2,5	1	7,14	7,21	7,28	7,35
4	1	4,47	4,51	4,56	4,60
6	1	2,97	3,00	3,03	3,06
10	7	1,79	1,81	1,83	1,84
16	7	1,13	1,14	1,15	1,16
25	7	0,712	0,719	0,727	0,734
35	19	0,514	0,519	0,524	0,529
50	19	0,379	0,383	0,387	0,391
70	19	0,262	0,265	0,268	0,270
95	19	0,189	0,191	0,193	0,195
120	37	0,150	0,151	0,153	0,154
150	37	0,122	0,123	0,124	0,126
185	37	0,0972	0,0982	0,0991	0,100
240	61	0,0740	0,0747	0,0754	0,0762
300	61	0,0590	0,0595	0,0601	0,0607
400	61	0,0461	0,0465	0,0470	0,0475
500	61	0,0366	0,0369	0,0373	0,0377
630	127	0,0283	0,0286	0,0289	0,0292
800	127	0,0221	0,0224	0,0226	0,0228
1000	127	0,0176	0,0177	0,0179	0,0181

## ANEXO 4

**Tabela A4-4:** Características de valores normalizados de disjuntores

$I_n$	$I_{nf}$	$I_f$
2	3	4
4	6	8
6	9	11
8	12	15
10	15	19
12	17	21
16	22	28
20	28	35
25	35	44
32	42	51
40	52	64
50	65	80
63	82	101
80	104	128
100	130	160
121	150	200
160	192	256
200	240	320
250	300	400
315	378	504
400	480	640
500	650	800
630	756	1008
800	960	1280
1000	1200	1600
1250	1500	2000

## ANEXO 5

**Tabela A5-5:** Características de valores normalizados dos corta-circuitos fusíveis

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

## ANEXO 6

**Tabela A6-6:** Secção normalizada dos cabos de cobre e alumínio e a respectiva protecção

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	—	—	
ALUMÍNIO	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	155
	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 7

Tabela A7-7: Tabela de secção de berramentos

Diâmetro exterior mm	Espes-sura da parede mm	Secção mm <sup>2</sup>	Peso <sup>1)</sup> kg/m	Material <sup>2)</sup>	Corrente permanente em A c.c. e c.a. 50/60 Hz			
					no interior pintado	nú	no exterior pintado	nú
20	2	113	1.01	E-Cu F 37	384	329	460	449
	3	160	1.43	E-Cu F 37	457	392	548	535
	4	201	1.79	E-Cu F 30	512	438	613	599
	5	236	2.10	E-Cu F 30	554	475	664	648
	6	264	2.35	E-Cu F 25	591	506	708	691
32	2	188	1.68	E-Cu F 37	602	506	679	660
	3	273	2.44	E-Cu F 37	725	611	818	794
	4	352	3.14	E-Cu F 30	821	693	927	900
	5	424	3.78	E-Cu F 30	900	760	1020	987
	6	490	4.37	E-Cu F 25	973	821	1100	1070
40	2	239	2.13	E-Cu F 37	744	624	816	790
	3	349	3.11	E-Cu F 37	899	753	986	955
	4	452	4.04	E-Cu F 30	1020	857	1120	1090
	5	550	4.90	E-Cu F 30	1130	944	1240	1200
	6	641	5.72	E-Cu F 25	1220	1020	1340	1300
50	3	443	3.95	E-Cu F 37	1120	928	1190	1150
	4	578	5.16	E-Cu F 30	1270	1060	1360	1310
	5	707	6.31	E-Cu F 30	1410	1170	1500	1450
	6	829	7.40	E-Cu F 25	1530	1270	1630	1570
	8	1060	9.42	E-Cu F 25	1700	1420	1820	1750
63	3	565	5.04	E-Cu F 30	1390	1150	1440	1390
	4	741	6.61	E-Cu F 30	1590	1320	1650	1590
	5	911	8.13	E-Cu F 30	1760	1460	1820	1750
	6	1070	9.58	E-Cu F 25	1920	1590	1990	1910
	8	1380	12.3	E-Cu F 25	2150	1780	2230	2140
80	3	726	6.47	E-Cu F 30	1750	1440	1760	1690
	4	955	8.52	E-Cu F 30	2010	1650	2020	1930
	5	1160	10.5	E-Cu F 30	2230	1820	2230	2140
	6	1400	12.4	E-Cu F 25	2430	1990	2440	2340
	8	1810	16.1	E-Cu F 25	2730	2240	2740	2630
100	3	914	8.15	E-Cu F 30	2170	1770	2120	2020
	4	1210	10.8	E-Cu F 30	2490	2030	2430	2320
	5	1490	13.3	E-Cu F 30	2760	2250	2700	2580
	6	1770	15.8	E-Cu F 25	3020	2460	2950	2820
	8	2310	20.6	E-Cu F 25	3410	2780	3330	3180

## ANEXO 8

**Tabela A8-8:** Valor de coeficiente de temperatura para condutores

<b>Características dos principais condutores</b>			
<b>Material</b>	<b>Resistividade - <math>\rho</math> <math>\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}</math></b>	<b>Condutividade - <math>\chi</math> <math>\text{S} \cdot \text{m}/\text{mm}^2</math></b>	<b>Coeficiente de Temperatura - <math>\alpha</math> <math>^{\circ}\text{C}^{-1}</math></b>
Alumínio	0,0292	34,2	0,0039
Bronze	0,067	14,9	0,002
Cobre puro	0,0162	61,7	0,00382
Cobre duro	0,0178	56,1	0,00382
Cobre recozido	0,0172	58,1	0,00382
Constantan	0,5	2	0,00001
Estanho	0,115	8,6	0,0042
Grafite	13	0,07	0,0005
Ferro puro	0,096	10,2	0,0052
Latão	0,067	14,9	0,002
Manganina	0,48	2,08	0
Mercúrio	0,96	1,0044	0,00089
Nicromo	1,1	0,909	0,00013
Níquel	0,087	10,41	0,0047
Ouro	0,024	43,5	0,0034
Prata	0,00158	62,5	0,0038
Platina	0,106	9,09	0,0025
Tungstênio	0,055	18,18	0,0041
Zinco	0,056	17,8	0,0038

## ANEXO 9

**Tabela A9-9:** Factor k em função do material do barramento

FACTOR K	
Condutores nus em cobre	159
Condutores nus em alumínio	104
Condutores nus em liga de alumínio	97

## ANEXO 10

**Tabela A10-10:** 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

## ANEXO 11

**Tabela A11-11: Características técnicas dos Drop-Outs**

Tensão de fabrico	Tensão nominal (KV)	Corrente nominal (A)	Capaci. corte (KA)	Tensão choque (KV)	Distânci. fuga (mm)
15,5	até 14	100	10	95	216
27,0	26 - 35	100	8	150	432

## ANEXO 12

**Tabela A12-12:** Tabela de estudo para a escolha do transformador do PT Novo

Design do PT	Capacidade (kVA)	Carregamento actual (%)	Carregamento Transferido (%)	Carregamento Restante (%)	Capacidade Transferido (%)	Potência do PT Novo (kVA)	Taxa de Crescimento com 5% Anual	250 (kVA)	315 (kVA)	500 (kVA)
<b>PT120</b>	500	94	25	69	125	244.7	312,31	125%	99%	62,4%
<b>PT87</b>	630	90	19	71	119,7					

## ANEXO 13

**Tabela A13-13:** Tabela de estudo de métodos para transferência das cargas nos PTs

Nº	Designação do PT	Capacidade (kVA)	Carregamento (%)	Potência do Carregamento do PT (kVA)	Porcentagem a Transferida (%)	Transferência de Carregamento	Carregamento Transferido (%)	Potência Recebida (kVA)
1	PT108	630	51	321,3		<i>de PTS176, os 22% para PT108</i>	22	55
2	PT339	500	74	370				
3	PT182	500	68	340				
4	PT126	500	63	315				
5	PTS176	250	101	252,5	22	Transferido os 22% para PT108	22	
6	PT256	630	70	441				
7	PT317	500	78	390				
8	PT120	500	94	470	25	Transferido os 25% para PT Novo	25	125
9	PT258	500	75	375				
10	PT161	500	70	350				
11	PT131	315	78	245,7				
12	PT87	630	90	567	19	Transferido os 19% para PT Novo	19	119,7
13	PT159	500	63	315				
14	PT132	500	77	385				
15	PT257	315	79	248,85				
16	PT221	315	78	245,7				
17	PT90	500	70	350				

## ANEXO 14

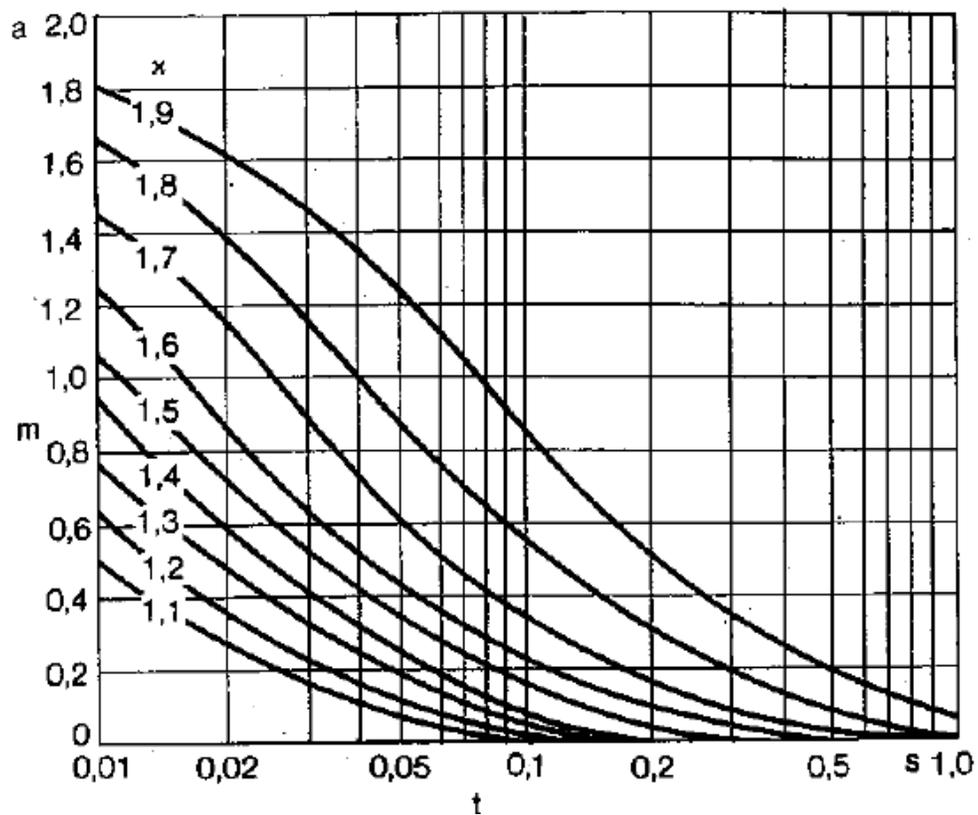


Gráfico A1-1: Factor  $m$  em função do tempo de actuação das protecções e de factor  $X$

ANEXO 15

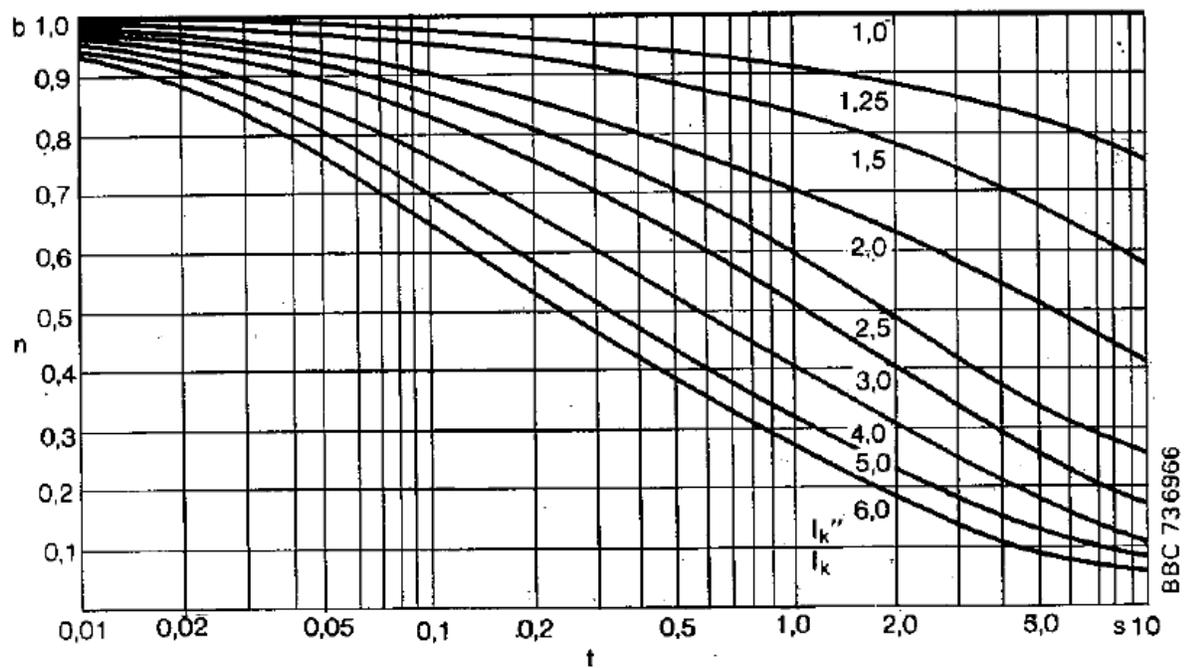


Gráfico A2-2: Factor  $n$  em função do tempo de actuação das protecções e de factor  $\frac{I_{cc}}{I_p}$

# **Anexo 16**

## Actas de encuentros



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

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL10
---------------------	--------------

Data:	26/04/2022
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do TAT e discursão em torno do tema

2. PRESENÇAS

Supervisor	
Co-Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Estudante	Marcos, Araújo Vasco
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correção do tema
Correção dos objectivos e da metodologia

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer análise da rede de distribuição de baixa tensão do bairro em estudo
Conhecer o estado actual da rede

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	29/04/2022
-----------------------------	------------



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

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL10
---------------------	--------------

Data:	29/04/2022
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho acerca da revisão de literatura

2. PRESENCAS

Supervisor	
Co-Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Estudante	Marcos, Araújo Vasco
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Discussão da revisão bibliográfica

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer leitura das bibliografia relacionados com dimensionamento de PTs
Ler os regulamentos relacionados com o trabalho

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	16/05/2022
-----------------------------	------------



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

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL10
---------------------	--------------

Data:	16/05/2022
-------	------------

1. AGENDA:

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

2. PRESENÇAS

Supervisor	
Co-Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Estudante	Marcos, Araújo Vasco
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Fez avaliação de todos os aspectos que fazem parte deste capítulo

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer um estudo da rede e as cargas de cada PT;
---

Não da solucao antes de fazer um estudo solução
---

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	25/05/2022
-----------------------------	------------



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

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL10
---------------------	--------------

Data:	25/05/2022
-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho acerca da organização do trabalho

2. PRESENÇAS

Supervisor	
Co-Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Estudante	Marcos, Araújo Vasco
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Fez avaliação de todos os aspectos organizacionais do projecto

#### 4. RECOMENDAÇÕES:

Colocar de ordem alfabética a lista de abreviaturas;
--

No agradecimento o primeiro parágrafo passar para o segundo e o segundo passar para o primeiro;
---

A partir da dedicatória até a lista de tabelas, a paginação deve estar em numeração romana;
---

Enumerar os anexos segundo de acordo com o regulamento
--

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

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

# **Anexo 17**

Relatório de progresso



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**

**CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

**RELATÓRIO DE PROGRESSO**

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEPPL10
---------------------	--------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	26/04/2022	30	Elabora o resumo em 2 paragrafo a parte introdutória, problema e justificativos e desenvolvimento e conclusões. O resumo deve ter introdução (parte introdutória, problema e justificativos) primeiro paragrafo, Desenvolvimento (o que foi feito) e conclusão (espelhada nos objectivos específicos)	
	29/04/2022	60	Clarificar o objectivo principal do trabalho	
	29/04/2022	100	Pode avançar com a parte da revisão bibliográfica	
2	10/05/2022	70	Definir os conceitos fundamentais e necessários	
3	16/05/2022	100	Pode avançar para a parte prática	
	16/05/2022	80	Desenvolver os subtitulos	
	16/05/2022	100	Pode passar para o próximo passo	
4	01/07/2022	50	Respeitar a paginação de Anexos	
	02/07/2022	80	Organizar o trabalho e o índice	

# **Anexo 18**

Avaliação



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

Nome do estudante: Marcos, Araújo Vasco

Referência do tema: 2022ELEPPL10

Data: 07/03/2022

Título do tema: Estudo de melhoramento da Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade 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

**F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA**

Nome do estudante: Marcos, Araújo Vasco

Referência do tema: 2022ELEPPL10

Data: 07/03/2022

Título do tema: Estudo de melhoramento da Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade 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

**FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE**

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: Marcos, Araújo Vasco

Referência do tema: 2022ELEPPL10

Data: 07/03/2022

Título do tema: Estudo de melhoramento da Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade 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)

<b>Total de pontos (max: 35)</b>	
----------------------------------	--

<b>Nota (=Total*20/35)</b>	
----------------------------	--



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

Nome do estudante: Marcos, Araújo Vasco

Referência do tema: 2022ELEPPL10

Data: 07/03/2022

Título do tema: Estudo de melhoramento da Rede de distribuição de Energia Eléctrica de baixa tensão no Bairro da Polana Caniço A, Cidade 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>	
--	--

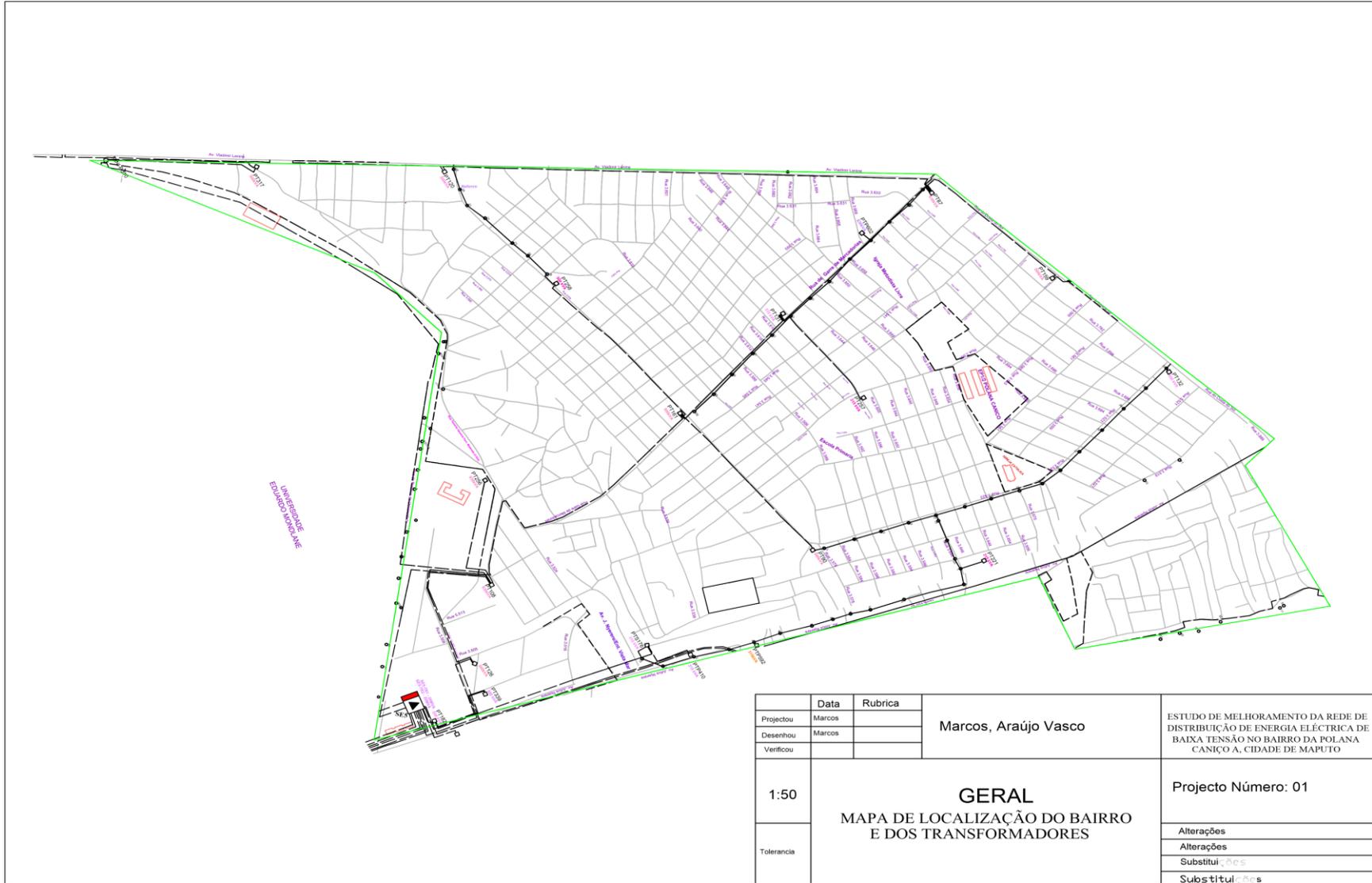
**OS MEMBROS DO JURI:**

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	

# Apêndices

# Apêndice 1

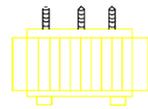
Mapa de localização do bairro e dos transformador



	Data	Rubrica		
Projectou	Marcos		Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	<b>GERAL</b>		<b>MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO E DOS TRANSFORMADORES</b>	Projecto Número: 01
Tolerancia				Alterações
				Alterações
			Substituições	
				Substituições

# **Apêndice 2**

Simbologia



Transformador de Potência



Isolador de Porcelana



Drop-out



Pára-raio

DP123572



Ponto de entrega ao consumidor (baxada) com seu número

LC60819



Poste antigo de madeira com seu número 1

PN1



Novo poste de madeira número 1



Caixa de derivação para a ligação aos clientes



Posto de Transformação



Subestação Eléctrica



Cabo Subterrâneo



Cabo ABC (Torçado)



Cabo VAV

	Data	Rubrica	Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO
Projectou	Marcos			
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	GERAL SIMBOLOGIA		Projecto Número: 02	
Tolerancia			Alterações	
			Alterações	
			Substituições	
			Substituições	

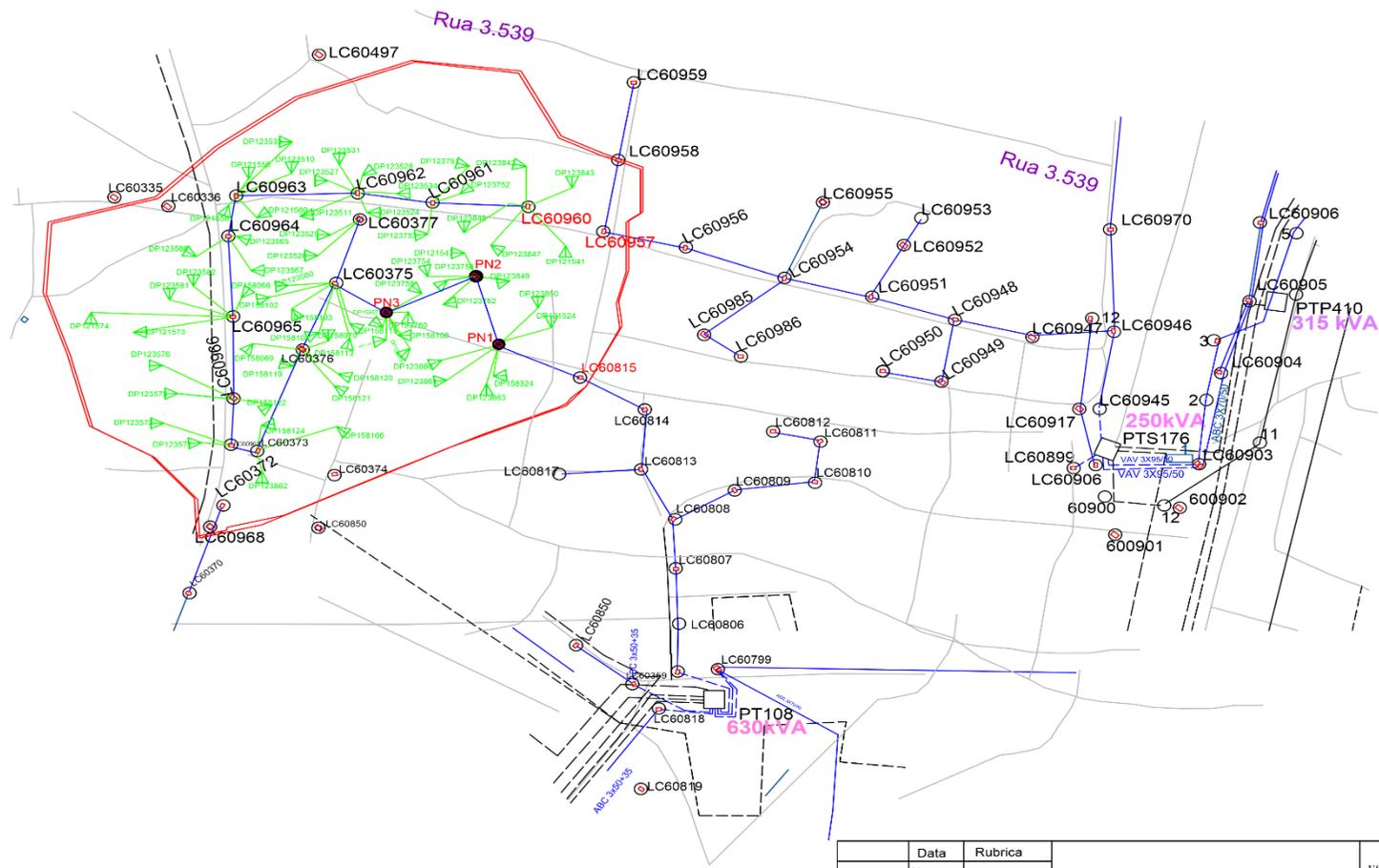
## **Apêndice 3**

Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga de PTS176 para o PT108



## **Apêndice 4**

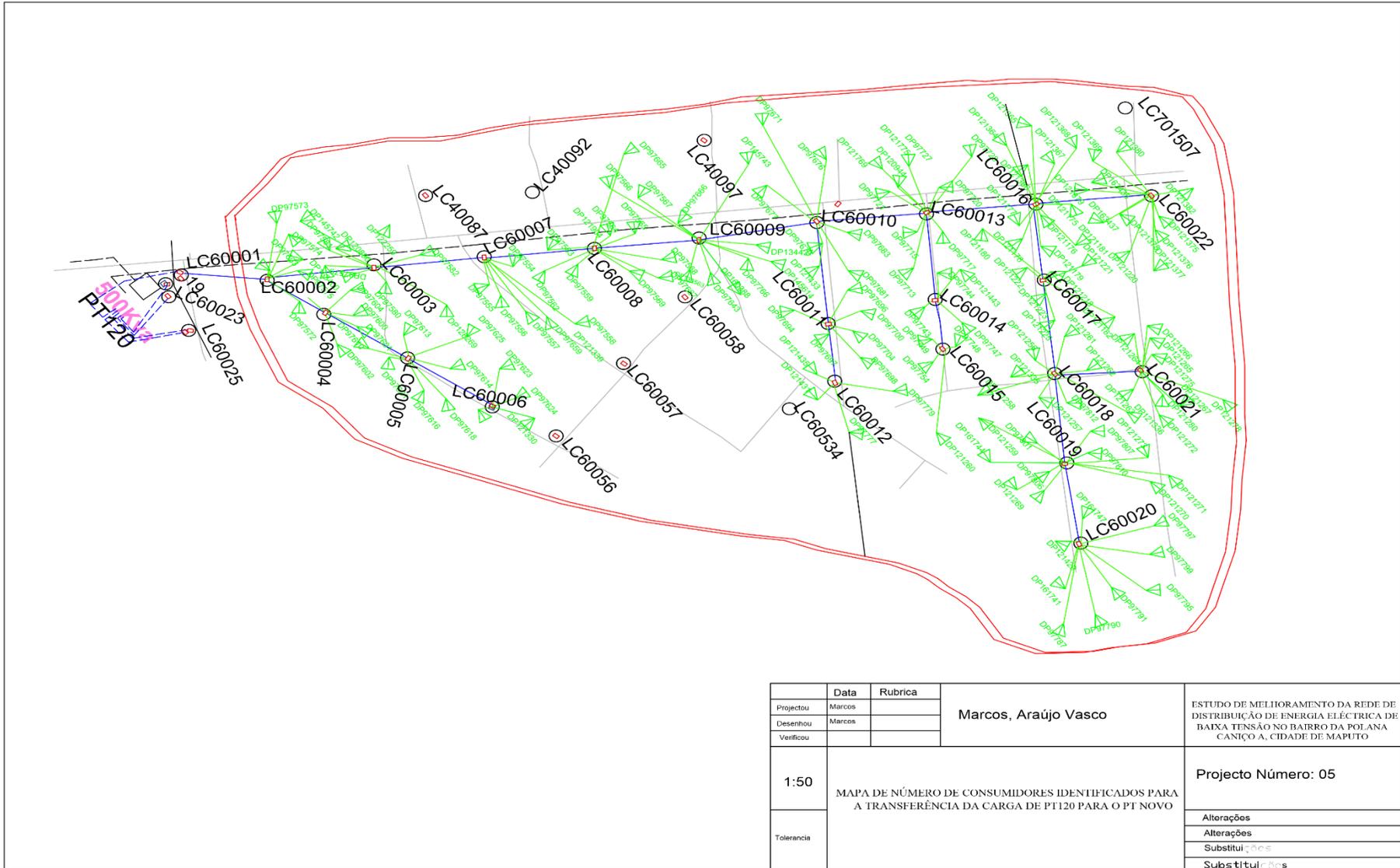
Ligação de carga de número de consumidores identificados do  
PTS176 para PT108



	Data	Rubrica	Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANIÇÃO A, CIDADE DE MAPUTO
Projectou	Marcos			
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	LIGAÇÃO DE CARGA DE NÚMERO DE CONSUMIDORES IDENTIFICADOS DO PTS176 PARA PT108			Projecto Número: 04
Tolerancia				Alterações
				Alterações
				Substituições
				Substituições

# Apêndice 5

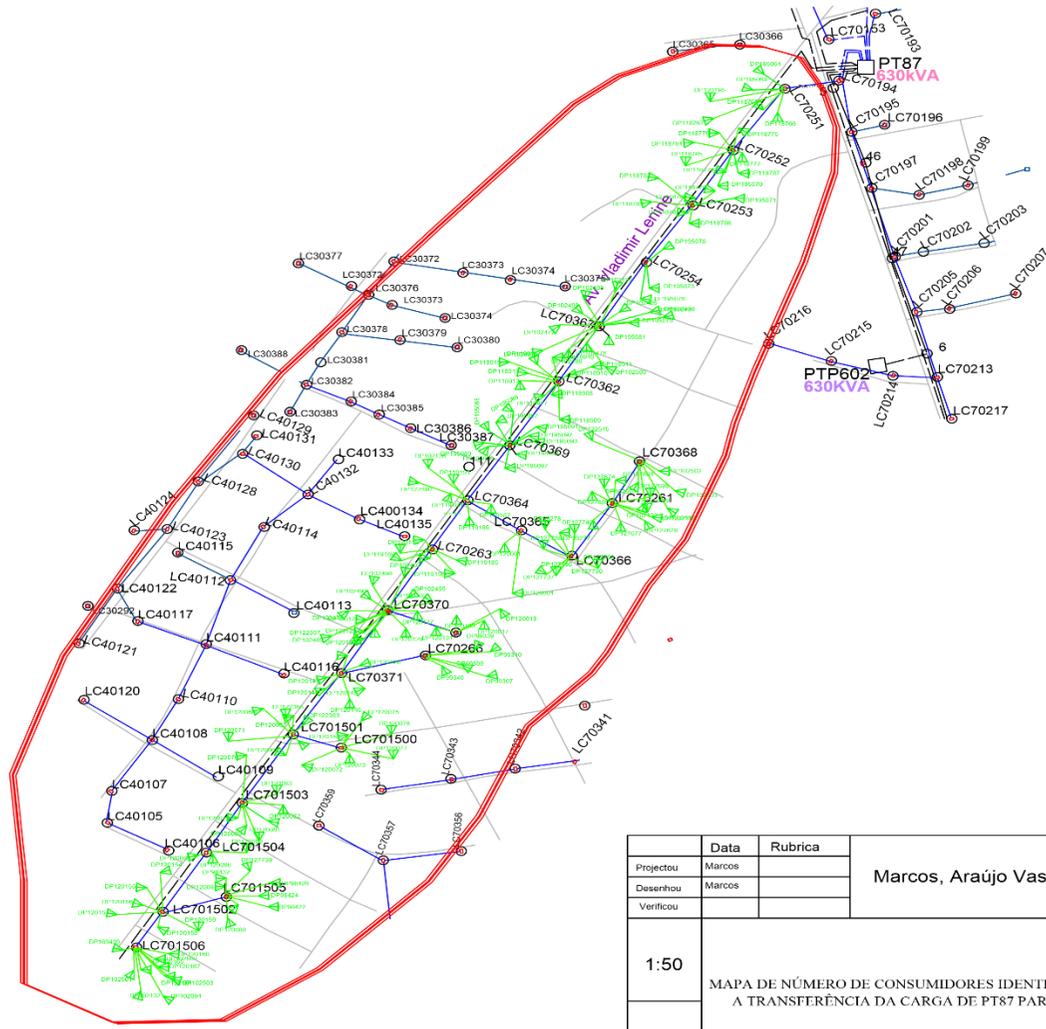
Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga de PT120 para o PT Novo



	Data	Rubrica	Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANTIÇO A, CIDADE DE MAPUTO
Projectou	Marcos			
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	MAPA DE NÚMERO DE CONSUMIDORES IDENTIFICADOS PARA A TRANSFERÊNCIA DA CARGA DE PT120 PARA O PT NOVO			Projecto Número: 05
Tolerancia				Alterações
				Alterações
				Substituições
				Substituições

# Apêndice 6

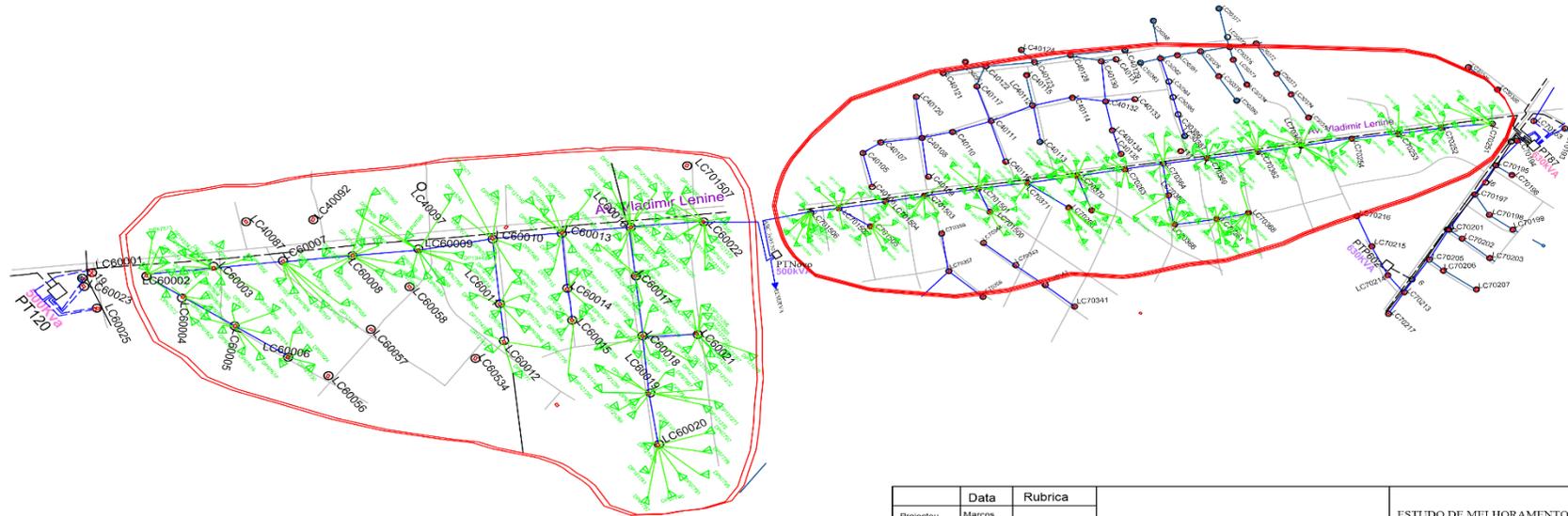
Mapa de número de consumidores identificados para a transferência da carga de PT87 para o PT Novo



	Data	Rubrica	Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO
Projectou	Marcos			
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	MAPA DE NÚMERO DE CONSUMIDORES IDENTIFICADOS PARA A TRANSFERÊNCIA DA CARGA DE PT87 PARA O PT NOVO			Projecto Número: 06
Tolerancia				Alterações
				Alterações
				Substitui. Res
				Substitui. Res

# Apêndice 7

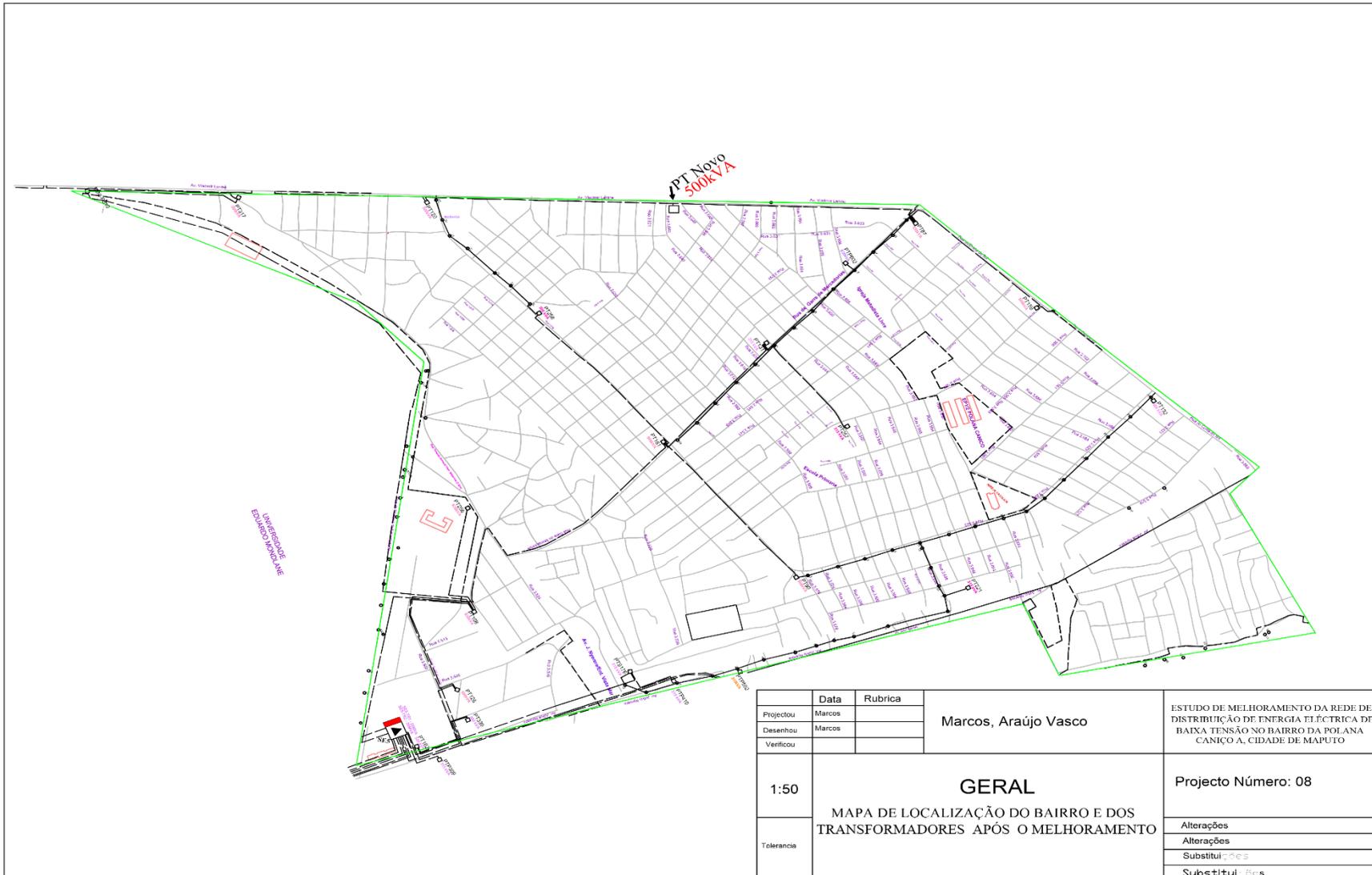
Ligação de cargas ao PT Novo de consumidores transferidos dos PT120 e PT87



	Data	Rubrica		
Projectou	Marcos		Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANIÇO A. CIDADE DE MAPUTO
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	LIGAÇÃO DE CARGAS AO PT NOVO DE CONSUMIDORES TRANSFERIDOS DOS PT120 E PT87		Projecto Número: 07	
Tolerancia			Alterações	
			Alterações	
			Substituições	
			Substituições	

## **Apêndice 8**

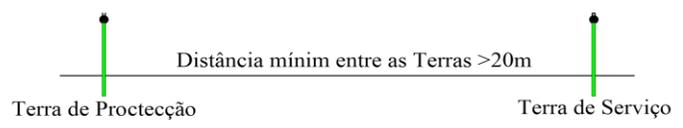
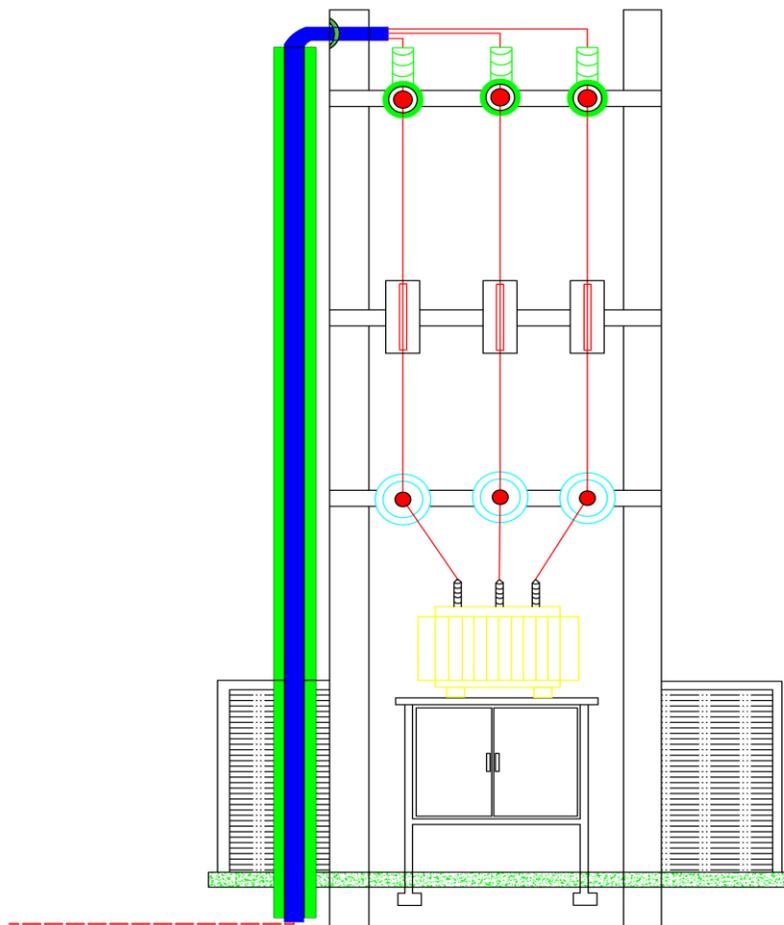
Mapa de localização do bairro e dos transformadores após o melhoramento



Projectou	Marcos	Rubrica	Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRRO DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	<b>GERAL</b> MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO E DOS TRANSFORMADORES APÓS O MELHORAMENTO			Projecto Número: 08
Tolerancia				Alterações
				Alterações
				Substituições
				Substituições

# Apêndice 9

Posto de transformação assente em base de alvenaria



**DIMENSÕES**

A distância mínima a considerar entre os condutores activos e outros elementos nesta rede deve ser de 368mm.

**Base de Alvenaria**  
 Comprimento - 2,6m  
 Largura - 1,4m  
 Altura - 2,10m

**Vedação do PT**  
 Comprimento - 4,5m  
 Largura - 2.5m  
 Altura - 3,10m

**Terras**  
 Distância mínima entre as terras de Serviço e de Protecção -20m

	Data	Rubrica	Marcos, Araújo Vasco	ESTUDO DE MELHORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA DE BAIXA TENSÃO NO BAIRO DA POLANA CANIÇO A, CIDADE DE MAPUTO
Projectou	Marcos			
Desenhou	Marcos			
Verificou				
1:50	GERAL			Projecto Número: 09
Tolerancia	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO ASSENTE EM BASE DE ALVENARIA			Alterações
				Alterações
				Substituições
				Substituições