



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica

Projecto de Estágio Profissional

Tema:

**DIMENSIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉCTRICA PARA
CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO, CIRCUITOS DE TOMADAS E FORÇA
MOTRIZ DE UM CONDOMÍNIO PARA UMA INSTÂNCIA TURÍSTICA NO
MUNICÍPIO DA PRAIA DO BILENE**

AUTOR:

Pena Luís Carlos Tomás

SUPERVISOR:

Mestre Anacleto Albino, eng.

Maputo, Novembro de 2022

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica

Projecto de Estágio Profissional

Tema:

DIMENSIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉCTRICA PARA CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO, CIRCUITOS DE TOMADAS E FORÇA MOTRIZ DE UM CONDOMÍNIO PARA UMA INSTÂNCIA TURÍSTICA NO MUNICÍPIO DA PRAIA DO BILENE

AUTOR:

Pena Luís Carlos Tomás

SUPERVISOR:

Mestre Anacleto Albino, eng.

Maputo, Novembro de 2022

Declaração do Autor

Eu, **Pena Luís Carlos Tomás**, declaro, por minha honra, que o presente trabalho é da minha autoria e que nunca foi anteriormente apresentado para avaliação em alguma instituição de ensino nacional ou estrangeira.

(Pena Luís Carlos Tomás)

Dedicatória

À minha Filha Luísa da Kataleya Tomás

Agradecimentos

Ao meu supervisor da UEM, Eng^o Anacleto Albino, pela orientação científica no que concerne ao relatório do presente projecto, pelo empenho e confiança depositada ao nível académico. A sua disponibilidade e apoio foram factores de motivação importantes para o sucesso do trabalho realizado.

Ao meu supervisor da empresa RISING CONSTRUÇÕES, LDA Eng. Pedro Chicoche pelo todo apoio e ensinamento dado durante o estágio;

A minha mãe, dona Maria Luísa, sem você, nada seria possível;

A minha irmã Germina Maria e o meu irmão mano Amândio, que sempre dedicaram o seu tempo ajudando-me nos deveres de casa;

Aos meus colegas da Faculdade, o meu muito obrigado.

Resumo

Este projecto tem como objectivo principal Desenvolver um Projecto Eléctrico para electrificar um condomínio para uma instância turística no Município da Praia do Bilene, projecto pertencente a empresa Rising Construções, LDA. No aspecto técnico do projecto, apresentam-se os critérios para a determinação de potência a contratar. Para alcançar os objectivos traçados foi necessário dimensionar os circuitos de iluminação interior e exterior, tomadas de uso geral e específicos, dimensionamento de Armário do PT e não se esquecendo do dimensionamento da iluminação pública do estacionamento.

Neste contexto, um transformador de distribuição de capacidade 75kVA é necessário para a sua alimentação. Contudo, será instalado um armário junto ao PT com intuito de proteger e alimentação os demais circuitos. O armário é composto por um disjuntor compacto de capacidade 100A, quatro barramentos de 5kA, nove fusíveis NH de capacidade 40A, um fusível também NH de 25A e um disjuntor de 25A.

Para a elaboração do presente relatório, foram observadas as Normas e Regulamentos em vigor no território nacional e estrangeiro, as normas e regulamentos estão descritas ao longo do relatório. A seguir consta alguns artigos consultados: Artº 435 do R.S.I.U.E.E , 25 VA/m² para os circuitos de iluminação e tomadas para uso geral, 10 VA/m² para garagens/estacionamento, 80 VA/m² para Sistemas de Climatização, Maquinas de lavar ou secar 3,3kVA, Aquecimento de água 2kVA. Segundo o Art. 420.º RSIUEE, As instalações de utilização, alimentadas a partir de redes de distribuição públicas, cuja potência total exceda 6,6 kVA, serão trifásicas, salvo acordo prévio do distribuidor. As potências deverão ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.

Em todo o omissos nas partes integrantes deste PROJECTO, prevalecerão os Regulamentos e Normas referidas e demais disposições regulamentares em vigor, e ainda a decisão da fiscalização e/ou dono de obra, bem como do projectista.

Palavras-chaves: Projecto Eléctrico, Instalações Eléctricas, Instância Turística.

ÍNDICE	PAG.
Declaração do Autor	i
Dedicatória.....	ii
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abreviaturas usadas no trabalho	vii
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	ix
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Formulação do problema.....	1
1.2. Justificativa.....	2
1.3. Objectivo geral.....	2
1.3.1. Objectivos específicos.....	2
1.4. Metodologia.....	3
1.4.1. Pesquisa Bibliográfica	3
1.4.2. Observação directa	3
1.4.3. Localização Geográfica do Empreendimento	3
CAPÍTULO II	5
2. NORMAS E REGULAMENTOS	5
2.1. Exemplos de Alguns Artigos Consultados	5
2.1.1. Artº 435 do R.S.I.U.E.E	5
2.1.2. Outros artigos/Normas	5
2.1.3. Alimentação Trifásica e Equilibrada.....	6
2.1.4. Conformidade dos Materiais e Equipamentos	6
CAPÍTULO III	7
3. MEMÓRIA JUSTIFICATIVA	7
3.1. Constituição Do Empreendimento.....	7
3.2. BALANÇO DE POTENCIA.....	9
3.2.1. CÁLCULO LUMINOTECNICO	9
3.2.2. Prevendo a Carga de TUG's.....	16
3.2.3. Prevendo a Carga de TUE's	16
3.2.4. Prevendo a Carga de Ar Condicionado	17
3.2.5. Prevendo Carga de Ventilação para Cozinha.....	18
3.2.6. Prevendo carga de Iluminação Exterior	18

3.2.7.	Prevendo a carga de Iluminação do Estacionamento.....	18
3.2.8.	Outras Cargas (Bomba de Água, Portões e Reservas).....	19
3.3.	Potência à Contratar	20
3.4.	Potência total à Contratar.....	20
3.5.	Dimensionamento dos Dispositivos de Protecção e Secção do Cabo de Alimentação	21
3.5.1.	Para Armário do PT	21
3.5.2.	Para Quadro Eléctrico de Cada Casa	23
3.5.3.	Para Quadro Eléctrico do Estacionamento	24
3.6.	Corrente de curto-circuito e Poder de Corte	25
3.7.	Queda de tensão admissível	26
3.7.1.	Para Alimentação dos Quadros Eléctricos	27
3.7.2.	Para Alimentação do QE Estacionamentos.....	28
3.8.	Aterramento Eléctrico.....	28
3.8.1.	Tratamento químico do Solo.....	28
3.8.2.	Cálculo da Resistência de Terra	28
CAPÍTULO IV		29
4.	MEMÓRIA DESCRITIVA.....	29
4.1.	Especificação do Quadro Eléctrico Geral (QEG).....	29
4.1.1.	Localização do quadro de entrada (Art. 423.º RSIUEE).....	29
4.1.2.	Especificação e Componentes do quadro de entrada	29
4.2.	Especificação das Tomadas.....	31
4.2.1.	Tomada de Uso Geral.....	31
4.2.2.	Tomadas de Uso Especifico.....	32
4.2.3.	Tomadas para AC	33
4.3.	Especificação de Circuito de Iluminação.....	33
4.4.	Alguns Acessórios.....	34
4.4.1.	Caixa de aparelhagem, Passagem e Derivações	34
4.5.	Instalação de Correntes Fracas	36
4.6.	LIGAÇÃO À REDE PUBLICA DA EDM	36
4.6.1.	Características da Rede Pública da EDM na Região	36
4.7.	Profundidade de cabo Subterrâneo de Baixada	36
4.8.	Localização do contador	36
CAPITULO V		38
5.	CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....		39
ANEXOS		40

Abreviaturas usadas no trabalho

UEM- Universidade Eduardo Mondlane

FENG- Faculdade de Engenharia

RC,LDA- Rising Construções Limitada

kVA- Potência Aparente (S) em Quilo Voltes Ampere

EDM- Electricidade de Moçambique

FP- Factor de Potencia

TA- Termo Acumulador

QE- Quadro Eléctrico

PT- Posto de Transformação

IP- Índice de Protecção ou iluminação Pública

TUG- Tomada de Uso Geral

TUE- Tomada de Uso Especifico

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

RTIEBT- Regras técnicas das instalações eléctrica de Baixa tensão

NP- Normas Portuguesas

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

DTM- Disjuntor Termomagnético

DR- Disjuntor diferencial Residual

DPS- Dispositivo de Protecção contra Surto de Tensão

NBR 5410 - Norma brasileira regulamentar

ARTº - Artigo

CEI – Comissão Electrotécnica Internacional

LED- Díodo Emissor de Luz

WC- Casa de Banho

T2- Casa Tipo 2

$\cos\phi$ = Factor de Potência

PTUG- Ponto de Tomada de uso geral

AC- Ar condicionado

FS- Factor de Simultaneidade
CV- cavalo-vapor, unidade de potência
Iz- corrente Admissível
IB- Corrente de Serviço
In- Corrente Nominal
I2- corrente convencional de funcionamento
BT- Baixa Tensão
MT- Media Tensão

Lista de Figuras

Figure 1. Localização do Empreendimento [Cortesia Google earth]	4
Figure 2. Numero de luminárias de 150W no Estacionamento [Autor]	19
Figure 3. Transformador de Distribuição 75kVA [Cortesia Tecnel Service, LDA].....	21
Figure 4. Disjuntor Compacto 100A [5]	22
Figure 5. Cabo para alimentar armário do PT [4].....	23
Figure 6. Fusíveis NH de 40A [2].....	24
Figure 7. Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação	27
Figure 8. Haste de Aterramento [5]	29
Figure 9. Quadro Eléctrico [17]	30
Figure 10. Barramentos para o QE [17].....	30
Figure 11. Barramento de Protecção [17]	30
Figure 12. Régua de Bornes [8]	31
Figure 13. Terminais para cabos [8]	31
Figure 14. Tomadas monofásicas Internas com terra [8].....	32
Figure 15. TUG's para espaços especiais como WC [8].....	32
Figure 16. Tomadas Industrias para cozinha e área de serviço [8].....	33
Figure 17. Caixa de Aparelhagem funda[8].....	34
Figure 18. Caixa de derivação Normal[8].....	35
Figure 19. Contador de Energia trifásico [Cortesia da EDM]	37

Lista de Tabelas

Table 1. Seções mínimas dos condutores [15]	6
Table 2. Constituição do Empreendimento [Autor].....	8
Table 4. Carga de TUG's [AUTOR].....	16
Table 5. Carga de TUE's [AUTOR]	16
Table 6. Carga de Ar Condicionado [AUTOR]	17
Table 7. Carga de Ventilação para Cozinha [AUTOR]	18
Table 8. carga de Iluminação Exterior [AUTOR].....	18
Table 9. Carga de Iluminação do Estacionamento [AUTOR]	19
Table 10. Carga de Bomba de Água, Portões e Reservas [AUTOR].....	19
Table 12. Potência à Contratar [AUTOR]	20

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é referente ao projecto de estágio profissional como um dos requisitos para culminar o curso de Engenharia Eléctrica na UEM, este trabalho é baseado em investigações relacionadas com o tema em causa Projecto Eléctrico de um condomínio para uma instância turística no Município da Praia do Bilene.

De salientar que o projecto em causa tem quatro capítulos que se descrevem em:

- Capítulo 1: Neste capítulo contempla a própria introdução, problematização, justificativa, objectivos geral, objectivos específicos, metodologia e bem como a descrição geográfica da vila da praia do Bilene;
- Capítulo 2: Este capítulo faz a menção de todos artigos e regulamentos usados para a elaboração do presente projecto;
- Capítulo 3: Nesta secção fez-se o levantamento de carga, dimensionamento das protecções e as alimentações;
- Capítulo 4: É neste capítulo onde é apresentado a descrição e especificação dos materiais a serem empregues na execução do projecto;
- Capítulo 5: É o capítulo de conclusão, recomendações e sugestões, referência bibliográfica e anexos.

Todas as prescrições apresentadas são resultados de escolha criteriosa e no cumprimento de toda a legislação pertinente em vigor, nomeadamente do Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (RSIUEE), Regras técnicas das instalações eléctricas de Baixa tensão (RTIEBT), Regulamento de Licenças para Instalações Eléctricas (Regulamento Nacional) e outras definições obtidas nas normas nacionais e estrangeiras.

1.1. Formulação do problema

O projecto eléctrico é de extrema importância em uma obra de engenharia e não só. Em função às necessidades de cada projecto, ele é criado visando a segurança das instalações, a economia de recursos, o dimensionamento correcto e personalizado para as necessidades que cada edificação. Para além das protecções que as instalações eléctricas devem ter, é necessário realçar a memória discretiva e justificativa de todos projectos eléctricos.

O dimensionamento eléctrico em causa visa satisfazer a falta de energia eléctrica no condomínio bem como a sua importância em uma obra de engenharia e não só. Em função às

necessidades de cada projecto, ele é criado visando a segurança das instalações, a economia de recursos, o dimensionamento correcto e personalizado para as necessidades que cada edificação. Para além das protecções que as instalações eléctricas devem ter, é necessário realçar a memória discretiva e justificativa de todos projectos eléctricos.

1.2. Justificativa

Conforme me referi no ponto anterior, o que me leva a dimensionar a instalação em causa é a falta da instalação eléctrica ao nível do condomínio. A instância turística não difere de outras infra-estruturas em que para a sua sustentabilidade é necessário a presença da energia eléctrica para alimentar os diversos circuitos, a saber: Iluminação do parque de estacionamento que agrega viaturas dos visitantes e não só, iluminação de todos compartimentos de cada condomínio, alimentação da cozinha para confeccionar os expedientes dos clientes, alimentação dos circuitos de força motriz. Neste contexto, o presente projecto é de extrema importância para garantir a funcionalidade e segurança do condomínio bem como a consolidação da teoria adquirida ao longo da formação nas disciplinas de instalações eléctricas e aparelhagem de manobra e protecção (AMP) ministrada no curso de engenharia eléctrica da UEM e a utilização de conhecimento adquirido na pesquisa individual de aplicação de automação nas instalações eléctricas de edifícios.

1.3. Objectivo geral

Dimensionar uma instalação eléctrica para circuitos de iluminação, circuitos de tomadas e força motriz de um condomínio para uma instância turística no Município da Praia do Bilene

1.3.1. Objectivos específicos

- ✓ Analisar a planta arquitectónica fornecida pelo arquitecto;
- ✓ Fazer o levantamento de carga;
- ✓ Efectuar cálculos de balanço de potência para circuito de iluminação interior e exterior;
- ✓ Efectuar cálculos de balanço de potência para circuito de tomadas;
- ✓ Dimensionar os cabos e os dispositivos de protecção;

1.4. Metodologia

A metodologia usada para a realização da presente pesquisa foi dividida em duas partes a destacar: pesquisa bibliográfica e levantamento de dados no campo.

1.4.1. Pesquisa Bibliográfica

Segundo Martins e Pinto (2001, p.410) a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema e propor soluções a partir de referências teóricas publicadas em documentos e contribuições científicas.

Segundo LIMA, a pesquisa bibliográfica, trata-se do levantamento de toda bibliografia já publicada em forma de livros, revistas, publicações em imprensa escrita. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contacto directo com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto, com o objectivo de permitir aos pesquisadores, reforço paralelo na análise de suas pesquisas ou manipulação de suas informações

2.6.2 Pesquisa de Campo

Sendo que a pesquisa consistira em fazer um dimensionamento eléctrico para uma instalação eléctrica, contudo será realizado um levantamento de dados sobre a constituição do empreendimento, no local onde será implantado a obra. A obra é de natureza turística a ser instalado na vila da praia de Bilene, província de Gaza.

1.4.2. Observação directa

Este método de colecta de dados baseia-se na actuação de observadores treinados para obter determinados tipos de informação sobre resultados, processos, impactos etc. Requer um sistema de pontuação muito bem preparado e definido, treinamento adequado dos observadores, supervisão durante a aplicação e procedimentos de verificação periódica para determinar a qualidade das medidas realizadas (BARBOSA, 2008) citado por (CONSTANTINO, 2016). A observação directa baseou-se em forma de visualização dos aspectos importantes para a pesquisa, como, uso de normas CEI 60044-1 e 60044-2 e consulta aos manuais dos fabricantes; Recolha de dados.

1.4.3. Localização Geográfica do Empreendimento

O empreendimento localiza-se na Praia do Bilene ou simplesmente Bilene. A praia do Bilene é um município e vila balnear moçambicana situada 145 km a nordeste de Maputo, nas margens da Lagoa *Uembje*, a qual está separada do Oceano Índico por uma estreita faixa de dunas.

A principal actividade económica da vila é o turismo, para o qual dispõe de várias instalações turísticas, beneficiando também do facto de ser a praia mais próxima de Maputo acessível por estrada asfaltada.

Administrativamente, a Praia do Bilene é um posto administrativo do distrito de Bilene, província de Gaza, e desde Maio de 2013 também um município. [1]

O empreendimento localiza-se nas seguintes coordenadas $25^{\circ}16'23.2''S$ $33^{\circ}16'44.7''E$, conforme mostra a figura 1.

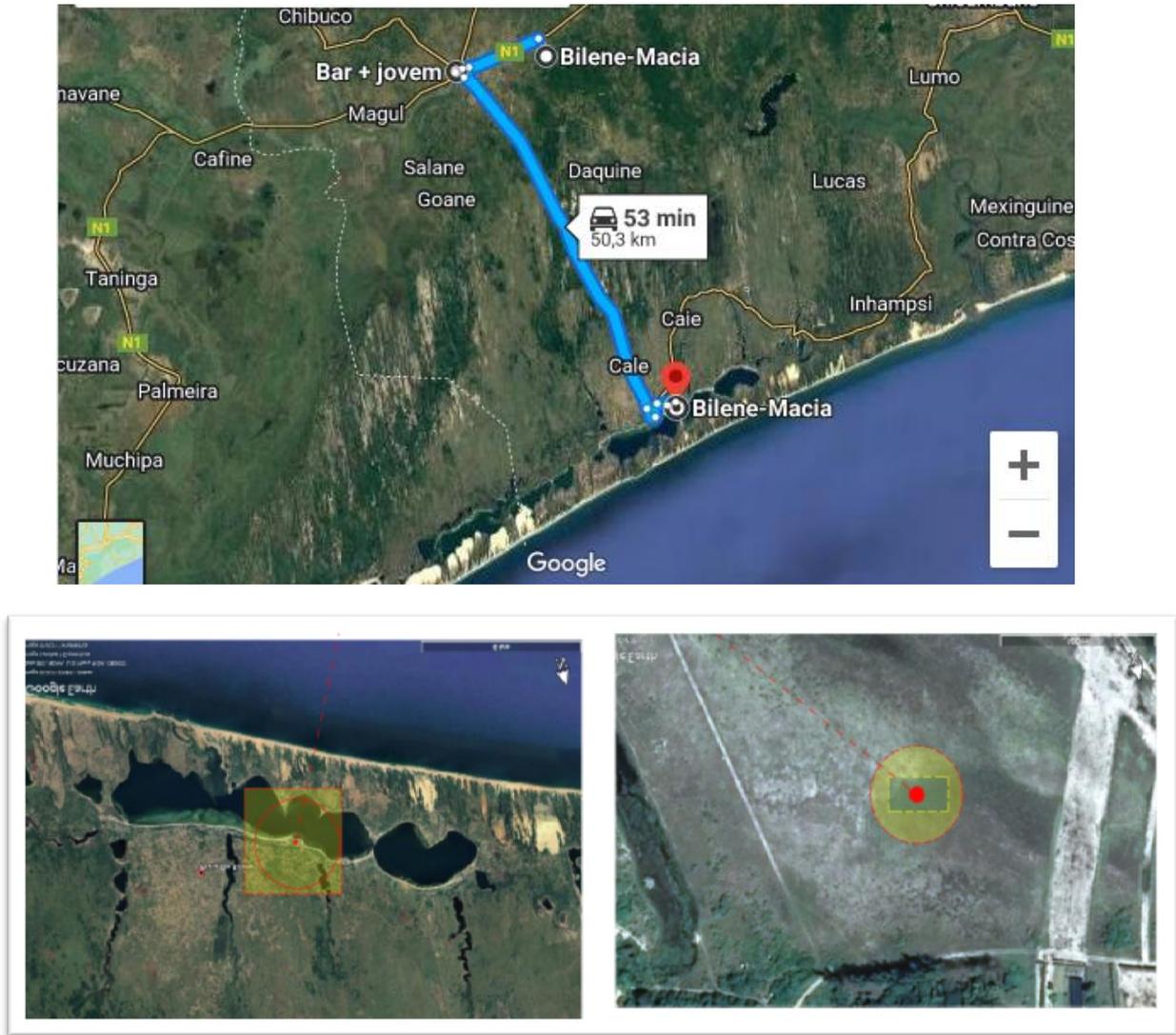


Figure 1. Localização do Empreendimento [Cortesia Google earth]

CAPÍTULO II

2. NORMAS E REGULAMENTOS

Para a elaboração do presente estudo, foram observadas as seguintes Normas e Regulamentos em vigor:

- Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica;
- Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas;
- Decreto-Lei n.º.740 / 74 de 26 de Dezembro;
- Regulamentos de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em B.T
- Normas da Empresa Distribuidora de Energia Eléctrica;
- Normas Portuguesas;
- Desenhos de Arquitectura e Estrutura;
- Regras Técnicas Instalações Eléctricas de Baixa Tensão.

Em todo o omissos nas partes integrantes deste PROJECTO, prevalecerão os Regulamentos e Normas referidas e demais disposições regulamentares em vigor, e ainda a decisão da fiscalização e/ou dono de obra, bem como do projectista.

2.1.Exemplos de Alguns Artigos Consultados

Os factores que permitiram o cálculo da potência global a contratar, são apresentados nos seguintes artigos:

2.1.1. Artº 435 do R.S.I.U.E.E

- 25 VA/m² para os circuitos de iluminação e tomadas para uso geral;
- 10 VA/m² para garagens/estacionamento;
- 80 VA/m² para Sistemas de Climatização.
- Maquinas de lavar ou secar.....3,3kVA
- Aquecimento de água.....2kVA

2.1.2. Outros artigos/Normas

- Secção 801.5.8 do RTIEBT- Secções mínimas dos condutores dos circuitos em locais de habitação
- Quadro 52-C3 Parte V – Anexos do RTIEBT- intensidades admissíveis em canalizações Eléctricas
- Art. 179.º do RSIUEE- Secção nominal do condutor neutro
- Art. 615.º do RSIUEE-Secção nominal dos condutores de protecção

- Secção 433-433,1-433,2 RTIEBT- Protecção contra as sobrecargas
- Art 580 do RSIUEE- Protecção contra curto-circuito (Poder de Corte)
- Art. 550º de RSIUEE - aparelho de protecção contra curtos-circuitos de uma canalização
- Art. 425.º. - Queda de tensão admissível
- NP4426-2013, pg. 28 – Resistência de Aterramento
- Art. 423.º RSIUEE Localização do quadro de entrada
- Secção 801.5.8 do RTIEBT- Secções mínimas dos condutores dos circuitos em locais de habitação:

Table 1. Secções mínimas dos condutores [15]

Natureza dos circuitos	Secção (mm ²)
Iluminação	1,5
Tomadas	2,5
Termoacumuladores	2,5
Máquinas de Lavar e de secar ou de lavar loiça	2,5
Fogões	4
Climatização	2,5

2.1.3. Alimentação Trifásica e Equilibrada

- Segundo o Art. 420.º RSIUEE, As instalações de utilização, alimentadas a partir de redes de distribuição públicas, cuja potência total exceda 6,6 kVA, serão trifásicas, salvo acordo prévio do distribuidor. As potências deverão ser distribuídas pelas fases, tanto quanto possível de forma equilibrada.

- Segundo o número 6 do Artigo 10 do Regulamento de Licença para Instalação Eléctrica em Moçambique as instalação com potência acima de 39,6kVA devem ter um PT particular.

2.1.4. Conformidade dos Materiais e Equipamentos

Todos os materiais e equipamentos bem como os seus constituintes físico-químicos deverão ser adequados ao local, à sua utilização e modo de instalação e devem obedecer às disposições regulamentares,

Normas e Especificações Nacionais ou, na sua falta, às da CEI e respeitar os Artº. 103º e 104º do R.S.I.U.E.E., e o Dec. Lei 177/88.

CAPÍTULO III

3. MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

3.1. Constituição Do Empreendimento

O empreendimento é constituído por três casas iguais tipos T2, dispoendo ainda de um parque de estacionamento para recolha de dezoito (18) viaturas ligeiras como abaixo se descreve:

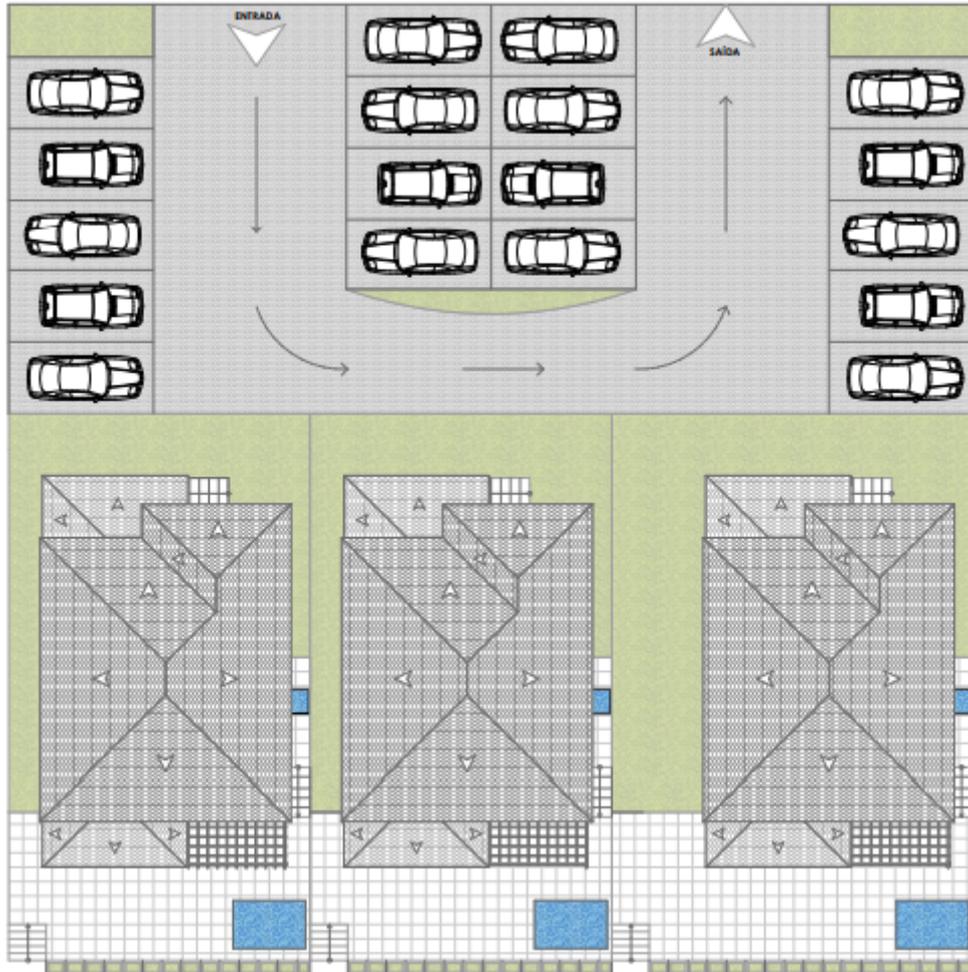


Figure 2. Vista de Cima do Empreendimento



Figure 3. Constituição de Cada Apartamento

Table 2. Constituição do Empreendimento [Autor]

PISO	DESIGNAÇÃO	AREAS m ²	TOTAL
CADA CASA	VARANDA COBERTA	11,20	191,76
	SALA COMUM	35,38	
	COZINHA	14,36	
	HALL	9,24	
	WC GERAL	7,20	
	QUARTO SUITE	18,64	
	WC	5,20	
	QUARTO	16,00	
	VARANDA SERVICOS	13,16	
	AREA DE LAZER	55,38	
	PISCINA	6,00	
ARANJOS EXTERIORES	ESTACIONAMENTO & CIRCULAÇÃO	688,00	688,00
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA			3*191,76 = 575,28

3.2.BALANÇO DE POTENCIA

3.2.1. CÁLCULO LUMINOTECNICO

Para se determinar o número de lâmpadas a colocar num determinado local de modo a se obter um determinado fluxo, utiliza-se a fórmula seguinte:

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u}$$

com

N - número de lâmpadas

I - nível luminoso

A - área

ϕ - fluxo da lâmpada

f_m - factor de manutenção

f_u - factor de utilização

VARANDA COBERTA

Dimensões:

COMPARTIMENTOS	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
VARANDA COBERTA	5,6	2	3m	11,20

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I=100\text{Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{5.6 \times 2.0}{3(5.6 + 2.0)} = 0.49$$

K – indice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Cinza Escuro	10%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

$$F_u = 0,78$$

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é médio com factor de manutenção de 0,8

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{100 \times 11.2}{900 \times 0,8 \times 0,78} = 1,99 \approx 2 \text{ lâmpadas}$$

VARANDA DE SERVIÇO

Dimensões:

COMPARTIMENTOS	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
VARANDA SERVIÇOS	5,6	2,7	3m	13,16

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I = 100 \text{ Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{5.6 \times 2.7}{3(5.6 + 2.7)} = 0.6$$

K – índice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Cinza Escuro	10%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

$$F_u = 0,78$$

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é médio com factor de manutenção de 0,8

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{100 \times 13.6}{900 \times 0,8 \times 0,78} = 2 \approx 2 \text{ lâmpadas}$$

SALA COMUM

Dimensões:

COMPARTIMENTOS	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
SALA COMUM	5,4	7,2	3m	35,38

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I = 150 \text{ Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{5.4 \times 7.2}{3(5.4 + 7.2)} = 1.03$$

K – índice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Madeira Escura	15%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

Fu=0,93

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é limpo com factor de manutenção de 0,9

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{150 \times 38,88}{900 \times 0,9 \times 0,93} = 8,01 \approx 9 \text{ lâmpadas}$$

QUARTO SUÍTE

Dimensões:

COMPARTIMENTO	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
QUARTO SUÍTE	4,0	4,0	3m	16,0

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I=100\text{Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{4 \times 4}{3(4 + 4)} = 0.67$$

K – índice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Madeira Escura	15%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

Fu=0,78

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é limpo com factor de manutenção de 0,9

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{150 \times 16}{900 \times 0,9 \times 0,78} = 3,798 \approx 4 \text{ lâmpadas}$$

QUARTO

Dimensões:

COMPARTIMENTO	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
QUARTO	4,0	4,0	3m	16,0

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I=100\text{Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{4 \times 4}{3(4 + 4)} = 0.67$$

K – índice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Madeira Escura	15%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

$$Fu=0,78$$

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é limpo com factor de manutenção de 0,9

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{150 \times 16}{900 \times 0,9 \times 0,78} = 3,798 \approx 4 \text{ lâmpadas}$$

COZINHA

Dimensões:

COMPARTIMENTO	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
COZINHA	4,0	3,5	3-1=2m	14,36

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I=300\text{Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{4 \times 3,5}{2(4 + 3,5)} = 0,93$$

K – índice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Madeira Escura	15%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

$$Fu=0,87$$

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é limpo com factor de manutenção de 0,9

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{300 \times 14,36}{900 \times 0,9 \times 0,87} = 6,113 \approx 7 \text{ lâmpadas}$$

HALL

Dimensões:

COMPARTIMENTO	COMPRIMENTO a (m)	LARGURA b (m)	ALTURA Útil (H)	ÁREA (m ²)
HALL	1,2	7,7	3m	9,24

Passo 1: Níveis de Iluminância Recomendáveis param Interiores (Anexo 3)

$$I=100\text{Lux}$$

Passo 2: Lâmpada e armadura utilizada (Anexo 3)

Lâmpada Led 9W, ϕ -900lm

Passo 3: Determinação do índice do local k

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)} = \frac{1,2 \times 7,7}{3(1,2 + 7,7)} = 0,35$$

K – índice do local

A – Comprimento

B – Largura

H – Altura util

Passo 4: Coeficiente de Reflexão (Teto, Parede e Piso) – Anexo 3

Teto	Branco	80%
Parede	Laranja	30%
Piso	Madeira Escura	15%

Passo 5: Factor de Utilização (Anexo 3)

O factor de utilização é calculado fazendo intersecção entre os coeficientes de reflexão e índice do local

$$Fu=0,78$$

Passo 6: Factor de manutenção (Fm)

Segundo o anexo 3, o ambiente é limpo com factor de manutenção de 0,9

Passo 7: Cálculo do número de lâmpadas

$$N = \frac{I \times A}{\phi \times f_m \times f_u} = \frac{100 \times 9,24}{900 \times 0,9 \times 0,78} = 2,2 \approx 3 \text{ lâmpadas}$$

TOTAL DE LAMPADAS INTERNAS = 36

TOTAL DE POTENCIA ACTIVA=36X9=324W

POTENCIA APARENTE= $\frac{324}{0,8} = 405VA$

3.2.2. Prevendo a Carga de TUG's

Table 3. Carga de TUG's [AUTOR]

Compartimento	Dimensões Área (m2)	Potência de TUG's (Artº 435 do R.S.I.U.E.E 25 VA/m2)		Observação
		PTUG (100VA)	Potência (VA)	
VARANDA COBERTA	11,20	3	300	
SALA COMUM	35,38	10	1000	
COZINHA	14,36	2	200	
HALL	9,24	3	300	
WC GERAL	7,20	1	100	**
QUARTO SUÍTE	18,64	6	600	
WC	5,20	1	100	**
QUARTO	16,00	6	600	
VARANDA SERVIÇOS	13,16	1	100	
AREA DE LAZER	55,38	-		
			Total= 3300VA	TUG cosφ=0.8

**Considerou-se pelo menos um PTUG nas áreas especiais, neste caso, o autor considerou uma tomada no WC para secar cabelo e fazer barba.

3.2.3. Prevendo a Carga de TUE's

Table 4. Carga de TUE's [AUTOR]

Compartimento	Cargas	Potência de TUE's (Artº 418 e 435 do R.S.I.U.E.E e Guião Técnico Siemens)		Observação
		PTUE	Potência (VA)	
VARANDA COBERTA	-	-	-	

COZINHA	Fogão Eléctrico Máquina de Lavar Louca	1 1	1,5VA 1,7kVA	
SALA COMUM	-	-	-	
HALL	-	-	-	
WC GERAL	Termo Acumulador	1	1,5kVA	Geral
QUARTO SUITE				
WC	-	-	-	
QUARTO	-	-	-	
VARANDA SERVICOS	Maquina de lavar		3,3kVA	
AREA DE LAZER	-	-	-	
			Total=8kVA	

3.2.4. Prevendo a Carga de Ar Condicionado

Table 5. Carga de Ar Condicionado [AUTOR]

Compartimento	Dimensões Área (m ²)	Potência de TUE's (Artº 435 do R.S.I.U.E.E 80 VA/m ²)			Observação
		Potencia Cosφ=0,8		Guião Técnico SIEMENS, pg 23	
		VA (Ax80)	W (VAx0,8)	BTU/h (Valores Comerciais)	
Sala Comum	35,38	2830,4	2264,32	21 000 BTU	Dois AC de 10000BTU
Quarto Suíte	18,64	1491,2	1192,96	12 000 BTU	
Quarto	16	1280	1024	10 000 BTU	
Total = 4481,28W					
$S = \frac{P}{\text{Cos}\varphi} = 5601,6VA$					Cosφ = 0,8

3.2.5. Prevendo Carga de Ventilação para Cozinha

Table 6. Carga de Ventilação para Cozinha [AUTOR]

Compartimento	Dimensões Área (m ²)	Potência de TUE's (Artº 435 do R.S.I.U.E.E 25 VA/m ²)	Observação
		VA (Ax25)	
Cozinha	14,36	359 VA	
		Total=359VA	$P=S*\text{Cos}\varphi$ $=359*0,8$ $= \mathbf{287,2W}$

3.2.6. Prevendo carga de Iluminação Exterior

As normas regulamentar não estabelece critérios para iluminação de áreas externas em residência, ficando a decisão por conta do projectista e do cliente.

Table 7. carga de Iluminação Exterior [AUTOR]

Site	Pontos de Luz (VA)	Observação
Parede Externa	8x100=800VA	100VA para cada ponto de Luz
Total=800VA		

3.2.7. Prevendo a carga de Iluminação do Estacionamento

O estacionamento é composto por seis (6) postes metálicos com uma luminária para cada poste e, dois(2) postes metálicos com duas luminárias para cada poste. No total são dez (10) luminárias de 150W.

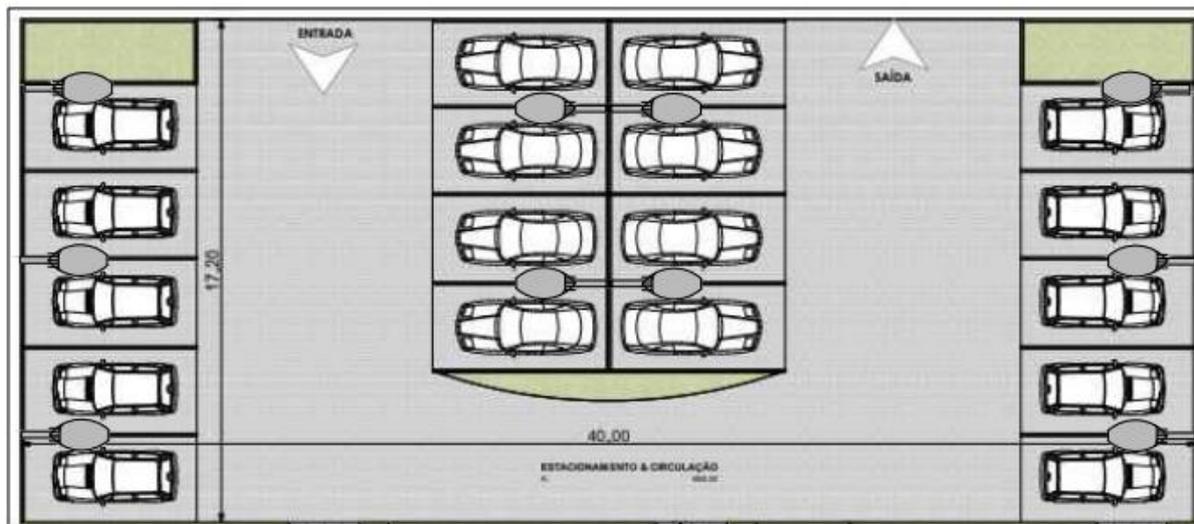


Figure 4. Numero de luminárias de 150W no Estacionamento [Autor]

Table 8. Carga de Iluminação do Estacionamento [AUTOR]

Número de Postes	Quantidade de Luminárias Vapor Metálico 150W FP=0,9 **	Potencia (W)
6	6	900
2	4	600
		1500W
		$S = \frac{P}{\text{Cos}\phi} = 1667VA$

**Ficha técnica do produto em Anexos

3.2.8. Outras Cargas (Bomba de Água, Portões e Reservas)

Table 9. Carga de Bomba de Água, Portões e Reservas [AUTOR]

Cargas	Potencia VA (cosφ=0,8)	Observação
Portão	D5 0,3CV=220W=275VA Total=550VA	Dois Portões para entrada e saída de viaturas respectivamente
Bomba de Agua	0,5CV=360W=288VA	
Reserva Trifásica	750VA	
Reserva Monofásica 1	100VA	
Reserva Monofásica 2	100VA	
	Total=1788VA	

3.3.Potência à Contratar

Table 10. Potência à Contratar [AUTOR]

Carga	Si VA)	Fu	S'(VA)	FS	S(VA)
Iluminação (Interior +Exterior)	1205	1	1205	1	1205
TUG's	3300	1	3300	0,4	1320
Ar Condicionados	5601,6	1	5601,6	1	5601,6
Aquecimento de Água	1500	1	1500	1	1500
Fogão Eléctrico	1500	0,8	1200	0,7	840
Micro-Ondas	1000	1	1000	0,7	700
Geladeiras	1000	1	1000	0,7	700
Máquina de Lavar louça	1700	0,8	1360	0,6	816
Máquina de Lavar	3300	0,8	2640	0,6	1584
Ventilador	359	0,8	287,2	0,6	172,32
Bomba de Água	288	0,8	230,4	0,6	138,24
Portão 1	275	0,8	220	0,6	132
Portão 2	275	0,8	220	0,6	132
Reserva Trifásica	750	0,8	600	0,6	360
Reserva Monofásica	200	1	200	1	200
					19,4kVA

3.4.Potência total à Contratar

A potência total a contratar é referente às **três casas** mais estacionamento, assim teremos:

$$S = (3 \times 19,4) + 1667 = 59,867 \text{ kVA}$$

- Segundo o Art. 420.º RSIUEE, As instalações de utilização, alimentadas a partir de redes de distribuição públicas, cuja potência total exceda 6,6 kVA, serão trifásicas, salvo acordo prévio do distribuidor. E Segundo o número 6 do Artigo 10 do Regulamento de Licença para Instalação Eléctrica em Moçambique as instalação com potência acima de 39,6kVA devem ter um PT particular.

Neste contexto, o empreendimento deve ter um PT particular de capacidade de **75kVA**



Figure 5. Transformador de Distribuição 75kVA [Cortesia Tecnel Service, LDA]

3.5. Dimensionamento dos Dispositivos de Protecção e Secção do Cabo de Alimentação

3.5.1. Para Armário do PT

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} * 400} = \frac{59867}{\sqrt{3} * 400} = 86,41A \quad (1)$$

$$I_{fict} = \frac{I_B}{\beta * \gamma} = \frac{86,41}{0,75 * 0,82} = 140,5A \quad (2)$$

$$I_{max} \gg I_{fict} \quad (3)$$

$$I_{max} \gg 140,5 \rightarrow I_{max} = 150A \quad (4)$$

$$I_Z = I_{max} * \beta * \gamma = 150 * 0,75 * 0,82 = 92,25A \quad (5)$$

Segundo a tabela em Anexo, $S=50\text{mm}^2 \rightarrow$ e o novo $I_Z = 108$
 As características de funcionamento dos dispositivos de protecção das canalizações devem satisfazer, simultaneamente, às duas condições seguintes:

$$1. I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (6)$$

$$2. I_2 \leq 1,45I_Z$$

$$86,41 \leq 100 \leq 108 \quad (7)$$

Primeira condição satisfeita

$$I_2 \leq 1,45I_Z \quad (8)$$

$$1,45I_Z = 1,45 * 108 = 156,6A \quad (9)$$

$$I_2 = I_{max} = 150A \quad (10)$$

$$150A \leq 156,6A \quad (11)$$

Segunda condição verificada

Resposta: As duas condições foram satisfeitas, entretanto, será usado disjuntor com intensidade nominal 100A e o cabo: VAV-3x50+25



Figure 6. Disjuntor Compacto 100A [5]



Figure 7. Cabo para alimentar armário do PT [4]

3.5.2. Para Quadro Eléctrico de Cada Casa

Conforme foi dito no primeiro capítulo, o empreendimento é constituído por três casas T2, assim sendo, a seguir será feito o dimensionamento de quadro eléctrico para cada casa.

Sabendo que a potência contratada para cada casa é de 19,4 kVA calcularemos a corrente de serviço:

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} * 400} = \frac{19,4kVA}{\sqrt{3} * 400} = 28A \quad (12)$$

$$I_{fict} = \frac{I_B}{\beta * \gamma} = \frac{28}{0,75 * 0,82} = 45,5A \quad (13)$$

$$(14)$$

$$I_{max} \gg I_{fict} \\ I_{max} \gg 45,5 \rightarrow I_{max}=50A \quad (15)$$

$$I_Z = I_{max} * \beta * \gamma = 50 * 0,75 * 0,82 = 31A \quad (16)$$

Segundo a tabela em Anexo, $S=6mm^2$

$$\text{Condição: } \begin{aligned} &1. I_B \leq I_N \leq I_Z \\ &2. I_2 \leq 1,45I_Z \end{aligned} \quad (17)$$

$$I_N = 32A \rightarrow 28 \leq 32 \leq 31, \text{ condição não verificada}$$

Neste contexto, vamos aumentar a Secção $\rightarrow S=10mm^2$ e conseqüentemente

$$I_Z = 42A$$

$$I_N = 32A \rightarrow 28 \leq 32 \leq 42, \text{ Condição verificada}$$

$$I_2 \leq 1,45I_Z \quad (18)$$

$$1,45I_z = 1,45 * 42 = 60,9A \quad (19)$$

$$I_2 = I_{max} = 50A \quad (20)$$

$$50A \leq 60,9A \quad (21)$$

Segunda condição verificada

Resposta: As duas condições foram satisfeitas, entretanto, será usado disjuntor com intensidade nominal 32A e o cabo: *VAV-4G10*

Corrente dos Fusíveis

Assim sendo, a intensidade nominal do fusível terá que ser maior a intensidade do disjuntor 32A. As correntes estipuladas dos fusíveis são de 2-4-6-8-10-12-16-20-25-32-40-50-63-80-100-125-150.... (*Claiton Moro*) escolhemos nessa situação o fusível com uma intensidade nominal de **40A**.

Resposta: Para o presente projecto usaremos três Fusíveis NH de 40A



Figure 8. Fusíveis NH de 40A [2]

NB: Todos Fusíveis estarão fixados na caixa de coluna junto ao PT (Armário)

3.5.3. Para Quadro Eléctrico do Estacionamento

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} * 400} = \frac{1667}{\sqrt{3} * 400} = 2,41A \quad (22)$$

Segundo a tabela do Anexos do RTIEBT (23)

$$S=1,5\text{mm}^2 \rightarrow I_Z = 13,5A$$

Condição:
$$\begin{aligned} 1. I_B \leq I_N \leq I_Z \\ 2. I_2 \leq 1,45I_Z \end{aligned} \quad (24)$$

$$I_N = 10A \rightarrow 2,4 \leq 10 \leq 13,4, \text{ Condição verificada}$$

$$I_2 \leq 1,45I_Z \quad (25)$$

$$1,45I_Z = 1,45 * 13,5 = 19,575A \quad (26)$$

$$I_2 = 1,3 * I_N = 1,3 * 10 = 13A \quad (27)$$

$$13A \leq 19,575A$$

Segunda condição verificada

Resposta: As duas condições foram satisfeitas, entretanto, será usado disjuntor com intensidade nominal 10A e o cabo: *XV-4G1,5*

A secção de circuito de alimentação da entrada será de 6mm^2 (L.Sousa Martins, 2004, pag. 39) e 25A para disjuntor de corte geral.

3.6. Corrente de curto-circuito e Poder de Corte

Segundo o Art 580 do RSIUEE, A intensidade nominal dos aparelhos de protecção contra curtos-circuitos, deverá ser determinada de modo que a corrente de curto-circuito seja cortada antes de a canalização poder atingir a sua temperatura limite admissível e, se o tempo de corte do aparelho de protecção for inferior ao calculado pela expressão:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I_{CC}} \quad \text{Onde:} \quad (28)$$

t - o tempo de corte do aparelho de protecção, expresso em segundos (não deverá ser superior a 5 s);

k - uma constante, cujo valor é 115 para condutores de cobre isolada a policloreto de vinilo;

S - a secção nominal dos condutores;

I_{cc} -a corrente de curto-circuito;

$$I_{cc}^{\min} = \frac{0,95 * U_n}{1,5(R_{fase}^{20^0} + R_{neutro}^{20^0})} \quad (\text{Manuel Matos, 1996, pag 7}) \quad (29)$$

$$\rho_{cu} = 0,017241 \Omega \frac{mm^2}{m} \quad (\text{Solidal, guião técnico}) \quad (30)$$

$$R_{fase} = \rho_{cu} \frac{l_{fase}}{S} = 0,017241 * \frac{20}{10} = 0,034482 \Omega \quad (31)$$

$$R_{fase} = R_{neutro} \quad (32)$$

$$I_{cc} = \frac{0,95 * 400}{1,5(0,034482 + 0,034482)} = 3,67kA \quad (33)$$

Assim, o tempo de corte do aparelho de protecção será:

$$t = (k * \frac{S}{I_{cc}})^2 = (115 * \frac{10}{3670})^2 = 0,098s < 5s \quad (34)$$

$$I_{cc} \ll P_{dc} \quad \text{Regra de Poder de Corte} \quad (35)$$

$$3,67kA \ll 4,5kA \quad (4,5kA \text{ poder de corte Normalizado})$$

3.7.Queda de tensão admissível

Para o cálculo de queda de tensão, será feito separadamente em função a cada canalização de alimentação como mostra a figura a baixo.

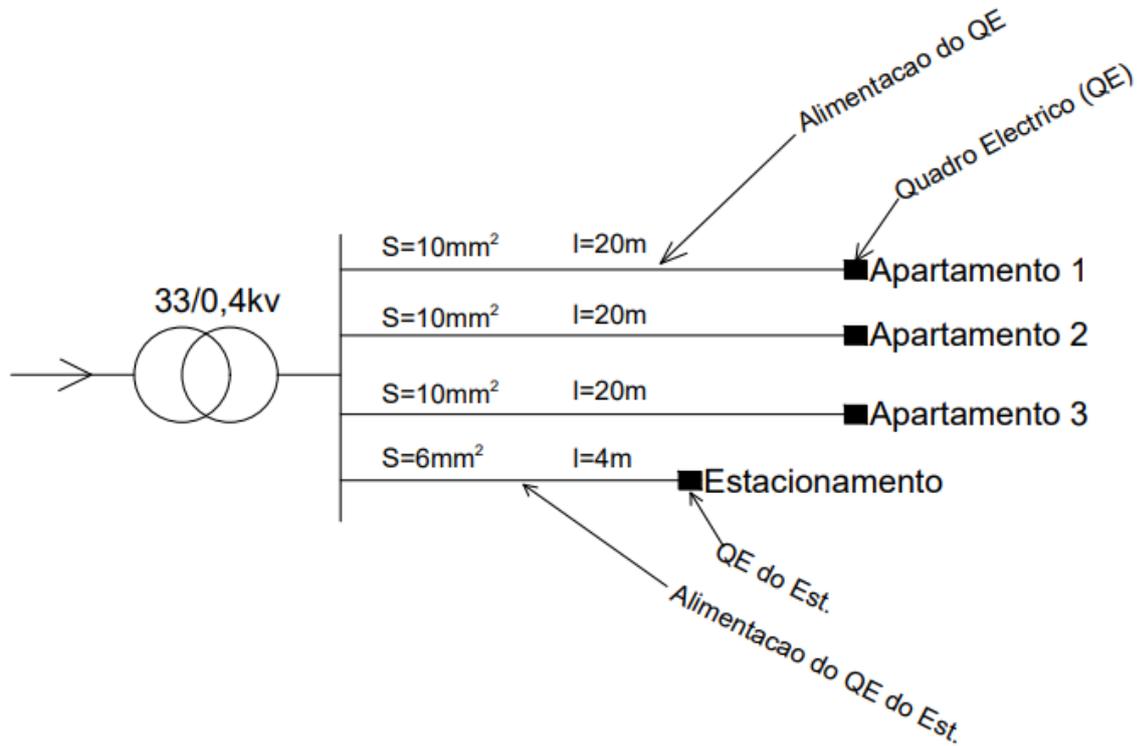


Figure 9. Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação

Art. 425.º. - A queda de tensão admissível não deverá ser superior a 3 % ou a 5 % da tensão nominal da instalação, respectivamente para circuitos de iluminação e para circuitos de outros usos.

Para o cálculo de queda de tensão, recorreremos a seguinte formula (L. Sousa Martins, 2004 pg 42).

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} \cdot r \cdot L \cdot I}{S \cdot U} \times 100 \quad (36)$$

Onde:

r- Resistividade de material da alma condutora;

L- Comprimento do condutor;

S- Secção do condutor;

I- Intensidade da corrente estipulada

U- tensão de linha

3.7.1. Para Alimentação dos Quadros Eléctricos

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,017241 \cdot 20 \cdot 31,01}{10 \cdot 400} \times 100 = 0,476\% \quad (37)$$

0,47% < 5% Condição satisfeita

3.7.2. Para Alimentação do QE Estacionamentos

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} * 0,017241 * 4 * 2,41}{6 * 400} * 100 = 0,012\% \quad (38)$$

0,012% < 5% Condição satisfeita

3.8. Aterramento Eléctrico

Segundo a norma portuguesa (NP4426-2013, pg. 28), o valor da resistência de sistema de aterramento deve ser tao baixa quanto possível inferior a 10Ω.

3.8.1. Tratamento químico do Solo

A resistividade aparente do solo não e conhecido, por razoes de precaução, será feito o tratamento químico do solo para garantir baixa resistividade. Para este efeito, será usada a BENTONITA ou GESSO com resistividade 1,2 a 4Ωm (Kindermann, 2000).

3.8.2. Cálculo da Resistência de Terra

Características da haste:

- Φ15=0,015m
- L= 1,2m
- Bentonita ρ=4 Ωm

$$R = \frac{\rho_a}{2\pi l} \ln\left(\frac{4l}{d}\right) = \frac{4}{2 * \pi * 1,2} \ln\left(\frac{4 * 1,2}{0,015}\right) = 3,06\Omega \quad (39)$$

3,06Ω < 10Ω condição satisfeita

Resposta: Para o sistema de aterramento, será usado um eléctrodo de diâmetro 15mm e profundidade de 1,2m.



Figure 10. Haste de Aterramento [5]

CAPÍTULO IV

4. MEMÓRIA DESCRITIVA

4.1. Especificação do Quadro Eléctrico Geral (QEG)

4.1.1. Localização do quadro de entrada (Art. 423.º RSIUEE)

- O quadro de entrada será estabelecido dentro do recinto servido pela instalação de utilização e, tanto quanto possível, junto ao acesso normal do recinto e do local de entrada de energia.
- A localização e a instalação do quadro de entrada deverão ser tais que um acidente que se produza no seu interior não possa, em caso algum, causar obstáculo à evacuação das pessoas ou à organização de socorros.
- O quadro de entrada deverá ser instalado em local adequado e de **fácil acesso** e de forma que os aparelhos neles montados fiquem, em relação ao pavimento, em posição facilmente acessível. Assim sendo, o quadro de entrada será instalado no corredor próximo a porta principal, e a uma altura de 1,55m do pavimento.

4.1.2. Especificação e Componentes do quadro de entrada

Será montado um quadro de módulo 32 constituído por seguintes componentes:

- Disjuntor geral, disjuntor diferencial residual (DR) e disjuntores parciais conforme a indicação nos desenhos em anexos;
- Três barramentos de fases, um de neutro e um de protecção;
- A régua de borne.



Figure 11. Quadro Eléctrico [17]



Figure 12. Barramentos para o QE [17]



Figure 13. Barramento de Protecção [17]



Figure 14. Régua de Bornes [8]



Figure 15. Terminais para cabos [8]

4.2.Especificação das Tomadas

4.2.1. Tomada de Uso Geral

Todos os circuitos de tomadas gerais serão realizados em condutores do tipo H07V de secção 2,5mm² protegidos por tubo *Gris* Ø20 mm e terão condutor de protecção com a mesma secção.

As tomadas de lugares húmidos tais como WC, cozinha e área de serviço, serão de tipo estanque com um fecho.

As tomadas de usos gerais serão instaladas a 0,50m do pavimento. As tomadas da cozinha e WC serão instaladas a 1,40mt de altura do nível do pavimento.

Os circuitos de tomadas gerais serão protegidos por disjuntores com calibre de 16 A.



Figure 16. Tomadas monofásicas Internas com terra [8]



Figure 17. TUG's para espaços especiais como WC [8]

4.2.2. Tomadas de Uso Específico

Os circuitos de fogão e máquina de lavar serão realizados em condutores do tipo H07V de secção 4mm² protegidos por tubo *Gris* Ø20 mm e terão condutor de protecção com a mesma secção. As tomadas da cozinha e área de serviço serão instaladas a 1,40m de altura do nível do pavimento.

Os circuitos de fogão e máquina de lavar serão protegidos por disjuntores com calibre de 20 A.



Figure 18. Tomadas Industriais para cozinha e área de serviço [8]

4.2.3. Tomadas para AC

Todos os circuitos de AC serão realizados em condutores do tipo H07V de secção 2,5mm² protegidos por tubo *Gris* Ø20 mm e terão condutor de protecção com a mesma secção.

As tomadas de AC serão instaladas a 2,40m do pavimento, protegidos por disjuntores com calibre de 16 A.

4.3. Especificação de Circuito de Iluminação

Os circuitos de iluminação, serão realizados em condutor H07V de secção de 1.5 mm², enfiado em tubo VD de 16 mm de diâmetro. Os circuitos referidos sairão do quadro, protegidos por disjuntores, com calibre de 10 A.

O comando da iluminação, será feito por interruptor os, IP 203, 10A/220V, colocados a 1.40 m do nível do pavimento e enfiado em tubo *gris* de 16 mm de diâmetro.

Circuito de iluminação exterior será comandado por uma fotocélula 16A/220V e um contactor LC1D25 AC 1/220V.

4.4. Alguns Acessórios

4.4.1. Caixa de aparelhagem, Passagem e Derivações

As caixas para interruptores, comutadores e tomadas terão as seguintes dimensões mínimas serão:

- Caixas de passagem - 40 x 80 mm
- Caixas de derivação até 5 entradas - 80 x 80 mm
- Caixa de derivação para mais de 5 entradas - 120 x 80 mm
- Caixa de aparelhagem funda e simples.



Figure 19. Caixa de Aparelhagem funda[8]



Figure 20. Caixa de derivação Normal[8]



Figure 21. Caixa de derivação Longa [8]

4.5.Instalação de Correntes Fracas

As instalações de correntes fracas compreendem:

- Instalação de campainhas;
- Instalação de TV e
- Instalação de telefone.

Está prevista a instalação de um sistema de campainha nos patamares, junto à porta de entrada da habitação, será instalado um botão de pressão, a uma altura de 1,4 m, que accionará uma campainha no interior da habitação.

O circuito de campainha será realizado com condutor H07V de secção de 1.5 mm², enfiado em tubo gris de 16 mm de diâmetro e protegidos por disjuntores, com calibre de 10 A.

Também esta prevista a instalação de TV através de cabo coaxial enfiado em tubo Gris de 16 mm de diâmetro.

4.6.LIGAÇÃO À REDE PUBLICA DA EDM

O empreendimento será alimentado por um transformador de distribuição (PT) ligado numa linha de média tensão (MT) de 33kV próximo a região. Cada apartamento será alimentado a partir dum armário junto ao PT de capacidade de 75kVA.

4.6.1. Características da Rede Pública da EDM na Região

As características da rede MT e BT da EDM em Bilene são as seguintes:

- Media Tensão.....33kV
- Baixa Tensão.....400 / 230 V
- Frequência.....50 Hz

4.7.Profundidade de cabo Subterrâneo de Baixada

Os cabos serão enterrados em valas a 0.7 m de profundidade (Artº 269º do R.S.I.U.E.E.). Os tubos serão envolvidos por uma argamassa de “betão pobre”.

4.8.Localização do contador

O contador de energia, ficará localizado na varanda de serviço.

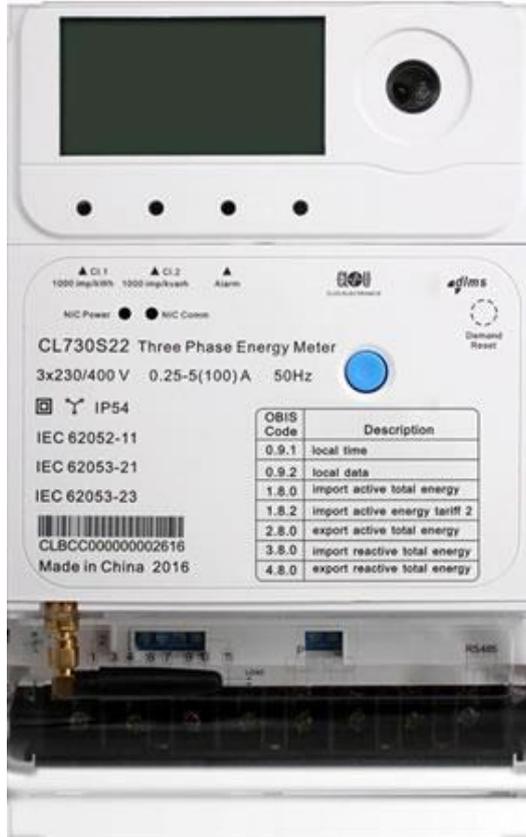


Figure 22. Contador de Energia trifásico [Cortesia da EDM]

CAPITULO V

5. CONCLUSÃO

Este projecto de instalações eléctricas para uma instância turística, pertencente a empresa RISING CONSTRUCOES, LDA sediada na cidade de Maputo, foi um desafio dado a mim pela empresa com o objectivo de dimensionar a instalação eléctrica desde a base até a sua implantação.

O condomínio é composto por três casas T2 e um estacionamento de capacidade para 18 viaturas ligeiras. Cada casa é composta por uma sala comum, cozinha, corredor, duas varandas, quarto *suite*, quarto e uma piscina. Contudo, para electrificar a mesma foi necessário fazer o levantamento de carga para circuito de iluminação interior, tomada de uso geral, tomada de uso específico, iluminação exterior e pra o estacionamento.

Um transformador de distribuição de capacidade 75kVA é necessário para a sua alimentação. Neste contexto será instalado um armário junto ao PT com intuito de proteger e alimentação os demais circuitos. O armário é composto por um disjuntor compacto de capacidade 100A, quatro barramentos de 4,5kA, nove fusíveis NH de capacidade 40A, um fusível também NH de 25A.

Cada apartamento é composto por um quadro eléctrico (QE) de módulo 32 composto por um disjuntor geral de 32A, disjuntores unipolares, barramentos e sinalizadores de fase.

O estacionamento é composto por oito (8) postes para a iluminação público accionada por uma fotocélula de 16A.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1].CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. Instalações eléctricas prediais: conforme norma NBR 5410:2004. 21. ed. rev. e atual.
- [2].FILHO, Domingos Leite Lima. Projectos de Instalações Eléctricas Prediais. Editora Érica. 11ª Edição. 2007. ISBN:978-85-7194417-6
- [3].Franchi, Claiton Moro; **Accionamentos Eléctricos**; Editora Érica Ltda; 4a Edição; São Paulo; 2008.
- [4].<http://www.prysmian.com.br/export/sites/prysmianptBR/energy/pdfs/Manualinstalacao.pdf>
- [5].<https://loja.watt.pt/material-electrico-quadros-electricos-quadros-montagem-embutida-quadro-int-porta-embutir-32-mod.-2x16-62032-2jb-efapel> (01/07/2022)
- [6].https://pt.wikipedia.org/wiki/Praia_do_Bilene (18/06/2022)
- [7].<https://www.tecnel.co.mz/transformadores> (26/06/2022)
- [8].<https://www.al.pt/Produtos/StoreCAT/CategoryID/1017/List/0/Level/a/ProductID/60> (26/06/2022)
- [9].Ministério da economia de Portugal, Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (RSIUEE); editor rei dos livros, decreto-lei N.º 740/74,de 26-12, Imprensa Nacional Casa de Moeda.
- [10]. Ministério da economia de Portugal, Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica de Baixa Tensão (RSRDEEBT); [Decreto n.º 42 895](#)
- [11]. Ministério da economia de Portugal, Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento; [Decreto n.º 42 895](#).
- [12]. Ministério da economia, direcção geral de energia de Portugal, Regras Técnicas de Instalações Eléctrica de Baixa Tensão (RTIEBT). Edição 2000.
- [13]. Nelson, Victor P; Nagle, H Troy; Carroll, Bill & Irwin, J David Digital Logic Circuit Analysis & Design, 1995, Prentice Hall Inc, New Jersey
- [14]. Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (aprovado pelo Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro)
- [15]. Regulamento de Segurança de Instalações Eléctricas de Parques de Campismo e de Marinas (aprovado pelo Decreto-Lei n.º 393/85, de 9 de Outubro)
- [16]. Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão, (aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 90/84 de 26 de Dezembro)
- [17]. São Paulo: Érica, 2011. 422 p. ISBN 9788571945418 (broch.)

ANEXOS

ANEXO 1

Peças Desenhadas

0.1	PLANTA BAIXA GERAL	DESENHO A.0A
0.2	PLANTA BAIXA 3D GLOBAL	DESENHO A.0B
0.3	ARMARIO DE TRANSFORMADOR	DESENHO A.01
0.4	QUADRO ELECTRICO	DESENHO A.02
0.5	QUADRO ELECTRICO DO ESTACIONAMENTO	DESENHO A.03
0.6	ILUMINACAO INTERIOR	DESENHO A.04
0.7	ILUMINACAO EXTERIOR	DESENHO A.05
0.8	TOMADAS DE USO GERAL	DESENHO A.06
0.9	TOMADAS ESPECIFICAS	DESENHO A.07

ANEXO 2

Tabela 1-A01: Valores Nominais dos Disjuntores

Disjuntor (A)	Disjuntor (A)	Disjuntor (A)	Disjuntor (A)
6	32	100	150
10	40	125	315
16	50	160	355
20	63	200	400
25	80	224	425

Tabela 3.2: Corrente nominal dos disjuntores
Fonte: Prismian cable.

Tabela 2-A02: Diâmetro do Tudo Vs Numero de Condutores

Secção nominal dos condutores (mm²)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	16	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	20	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	90
150	50	63	75	90	90
185	50	75	90	90	110
240	63	75	90	110	110
300	63	90	110	110	--
400	75	110	--	--	--
500	75	110	--	--	--

Tabela 3-A03: Valores Comerciais dos Fusíveis

Correntes nominais dos fusíveis (A)												
2	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63
80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250

Tabela 4.2 - Valores comerciais dos fusíveis.

Tabela 4-A04: Corrente Máxima Admissível

(Quadro 52-C3 – Parte V – método refª - Anexos do RTIEBT).
correntes admissíveis (I_z) – 3 condutores em cobre
carregados, isolados a pvc

Secção nominal dos condutores (mm²)	Correntes admissíveis I_z (A)
1,5	13,5
2,5	18
4	24
6	31
10	42
16	56
25	73
35	89
50	108
70	136
95	164
120	188
150	216
185	245
240	286
300	328

Secção nominal dos condutores de fase (mm ²)	Secção nominal do condutor neutro (mm ²)
16	10
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240
630	300
800	400
1000	500

Tabela A3: Secção Nominal do Condutor Neutro

Secções nominais (mm ²)	
Condutores de fase	Condutor de protecção
1,5	1,2
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10
16	10
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240
630	300
800	400
1000	500

Tabela A4: Secção Nominal do Condutor Fase

Tabela 5- A05: Característica dos Disjuntores

(Artigo 134.º - Comentário 2)

Características dos disjuntores

	Intensidade convencional de não funcionamento	Intensidade convencional de funcionamento
Disjuntores sem regulação.....	$1,1xI_n$	$1,3xI_n$
Disjuntores com regulação.....	$1,05xI_n$	$1,2xI_n$

Tabela 6- A06: Coeficiente de Simultaneidade

Tabela 2.3: Coeficientes de simultaneidade

Tipo de Receptores	Coef. simultaneidade Ks
Instalações de iluminação	1
Instalações de tomadas	$0,1 + 0,9/N$ (N = nº de circuitos de tomadas)
Inst. de aquecimento eléctrico	1
Ar condicionado	1
Aparelhos de cozinha	0,7
Elevadores:	
- Motor de maior potência	1
- Motor seguinte	0,75
- Outros motores	0,60

Tabela 7- A07: Factores de Correção β

TABELA 5	Factores de correção para grupos de cabos monocondutores enterrados (β)		
NÚMERO DE GRUPOS COM PEQUENO AFASTAMENTO	2	3	4
Multiplicar os valores das tabelas 1 a 3 por	0,80	0,75	0,70

Tabela 8- A08: Factores de Correção γ

TABELA 7	Factores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 20° C (γ)							
TEMPERATURA AMBIENTE °C		5	10	15	20	25	30	35
Multiplicar os valores das tabelas 1 a 3 por	Tensão nominal até 4,8/7,2 kV inclusive	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82
	Tensão nominal 7,2/12 kV	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76

TABELA DE EQUIVALÊNCIAS WATTS/ LUMENS								
								WWW.HCM.PT
Potência Led	Lâmpada Incandescente	Lâmpada Halogênea	Lâmpada Halogêneo Tipo Par	Lâmpada Baixo consumo	Tubo Fluorescente	Projektor Halogêneo	Lâmpada Vapor de sódio	Lumens (lm)
2 W		20 W		6 W				50-80
3 W		35 W		8 W				180-270
5 W		40 W		11 W				240-420
6 W		50 W		13 W	12 W			390-550
7 W		60 W		15 W	14 W			510-640
9 W		70 W		18 W	18 W			600-830
10 W		80 W		20 W	20 W	50 W		810-950
12 W		100 W		25 W	25 W	60 W		900-1100
13 W		110 W		30 W	28 W	70 W		955-1200
15 W		120 W		40 W	32 W	75 W		1000-1400
18 W		140 W		50 W	36 W	90 W		1100-1700
20 W		150 W		60 W	44 W	120 W		1200-1900
25 W		200 W		70 W	58 W	150 W		1250-2400
30 W		250 W		80 W	70 W	170 W		1300-2500
35 W		300 W		90 W		180 W		1350-2800
50 W		350 W		100 W		200 W	100 W	2440-4500
80 W		400 W		150 W		250 W	150 W	3600-7500
100 W		500 W		200 W		300 W	250 W	5100-9500
120 W		550 W		250 W		350 W	300 W	6000-11000
150 W		700 W		300 W		500 W	400 W	7500-14000

RUA DR. MILHEIRO Nº 130/132 CORVO 4410-325 ARCOZELO VNG T. 227 536 200 F. 227 536 209 TLM. 96 309 45 37 WWW.HCM.PT GERAL@HCM.PT

Tabela A5: Equivalencia entre lampada LED e Convencionais

Ref.º Mód. Filas

■ 32 MÓDULOS (2x16)



Quadro de Distribuição de Embeber de Baixo Perfil Completo

- Dimensões exteriores: 433 x 400 x 124.
- Caixa resistente a 850°C adequada a instalação em alvenaria ou paredes ocas.
- Acessórios:
 - Barramento de 9 Ligações Neutro (Ref.º 60902) - 2 unidades;
 - Barramento de 9 Ligações Terra (Ref.º 60903) - 1 unidade;
 - Barramento de 20 Ligações Terra (Ref.º 60905) - 1 unidade;
 - Fornecidos com calha DIN, folha e etiqueta autocolantes identificadoras de circuitos e máscara tapa-módulos.

62032 2AB 32 2

Tabela A6: Ficha tecnica de Quadro Electrico

Ficha técnica do produto

Dados técnicos

Dados Elétricos

Potência nominal	150.00 W
Potência	148.00 W
Corrente da lâmpada	1.8 A
Fator de potência do capacitor a 50 Hz	20 μ F ¹⁾
Tensão nominal	95 V
Tensão de ignição	3.3 kVp;5.0 kVp
Corrente nominal	1.8 A

¹⁾ At rated voltage and $\cos \varphi \geq 0.9$

Tabela A7: Ficha tecnica de Lampada de Vapor Metalico

Quadro 51 - Valor da Constante k

Natureza do Isolante	Natureza do metal condutor	
	Cobre	Alumínio
PVC	115	74
Borracha, PEX, EPR, Silicone	135	87

Tabela A8: Vallor de K para tempo de Actuacao dos dispositivos de proteccoos

Equipamentos	Curva indicada	Potência (W)	Corrente nominal (A)	
			127 VCA	220 VCA
Aquecedor de água < 175 litros	B	1500	11,8	6,8
Aquecedor de água < 250 litros	B	2000	15,7	9,1
Aquecedor de água < 300 litros	B	4500	35,4	20,5
Aquecedor de água < 400 litros	B	6000	47,2	27,3
Aquecedor de água < 500 litros	B	7500	59,1	34,1
Ar-condicionado 7500 BTU	B ²⁾	950	7,5	4,3
Ar-condicionado 10000 BTU	B ²⁾	1150	9,1	5,2
Ar-condicionado 12000 BTU	C	1350	10,6	6,1
Ar-condicionado 15000 BTU	C	1850	14,6	8,4
Ar-condicionado 18000 BTU	C	2050	16,1	9,3
Ar-condicionado 21000 BTU	C	2650	20,9	12,0
Ar-condicionado 24000 BTU	C	3250	25,6	14,8
Ar-condicionado 30000 BTU	C	3800	29,9	17,3
Cafeteira	B	1000	7,9	4,5
Churrasqueira elétrica	B	1850	14,6	8,4
Chuveiro elétrico	B	4400	34,6	20,0
Chuveiro elétrico	B	7600	59,8	34,5
Forno elétrico	B	1500	11,8	6,8
Forno elétrico	B	4000	31,5	18,2
Forno de Microondas	C	1500	11,8	6,8
Freezer	B ²⁾	500	3,9	2,3
Geladeira	B ²⁾	300	2,4	1,4
Grill	B ²⁾	1350	10,6	6,1
Máquina de lavar louça	B	1700	13,4	7,7
Máquina de lavar roupa	B ²⁾	800	6,3	3,6
Máquina de secar roupa	B	2000	15,7	9,1
Secador de cabelo	B	1800	14,2	8,2
Torneira elétrica	B	3000	23,6	13,6
Torradeira elétrica	B	900	7,1	4,1

1) As informações das tabelas são orientativas e estão baseadas nas condições mais usuais encontradas nas instalações de uso residencial ou similar no país. Para um dimensionamento seguro, recorra a um profissional qualificado.

2) Cargas de baixo consumo, alimentadas por tomadas de uso geral.

Tabela A9: Potencia dos Electrodomesticos

Circuitos alimentadores (entradas) ^{A)}		
Condutor Seção	Para 1 circuito por eletroduto	
	FF, ou FN ^{B)}	FFF, ou FFN ^{C)}
mm ²	Corrente nominal do disjuntor	
6	40 A	32 A
10	50 A	50 A
16	70 A	63 A
25	100 A ²⁾	80 A ²⁾
35	125 A ²⁾	100 A ²⁾

A) Método de referencia B1
 B) As siglas significam:
 FF=fase/fase,
 FN=fase/neutro,
 FFF=fase/fase/fase
 FFN=fase/fase/neutro
 C) Para estas correntes nominais utilizar a linha 5SP4 com disparadores contra sobrecargas e curto-circuitos.

Circuitos terminais (saídas)				
Condutor Seção	Número de circuitos por eletroduto FF ou FN ^{B)}			
	1 circuito	2 circuito	3 circuito	4 circuito
mm ²	Corrente nominal do disjuntor			
1,5	16 A	13 A	10 A	10 A
2,5	20 A	16 A	16 A	13 A
4	32 A	25 A	20 A	20 A
6	40 A	32 A	25 A	25 A
10	50 A	40 A	40 A	32 A

TABELA 3.1 TABELA PARA ESCOLHA DE DISJUNTOR X CABO

Tabela A10: Escolha de Disjuntor Vs Cabo

ANEXO 3

Tabela A11. Iluminâncias

5.3.66. RESIDÊNCIAS		
Sala de estar		
geral		150
local (leitura, escrita, bordado, etc.)		500
Cozinha		
geral		150
local (fogão, pia, mesa)		300
Quarto de dormir		
geral		150
local (espelho, penteadeira, cama)		300
Hall, escadas, despensas, garagens		
geral		100
local		300
Banheiros		
geral		150
local (espelho)		300

Tabela A12. Fluxo Luminoso de Lâmpada Led 9W

Potência (W)	Equiv. Inc. (W)	Equiv. Fluor. (W)	Fluxo luminoso (lm)	Tensão (V)	Temp. de cor (K)	Vida Útil (h)	IRC	Fator de Potência	Dimerizável	Cód. Produto
9	60	16	900	127	● 3000	25.000	> 80	≥ 0.9	Sim	7014378
9	60	16	900	220	● 3000	25.000	> 80	≥ 0.9	Sim	7014377

Tabela A13.-Coeficiente de Reflexão de Alguns Materiais e Cores

Materiais	%
Rocha	60
Tijolos	5.25
Cimento	15.40
Madeira clara	40
Esmalte branco	65..75
Vidro transparente	6..8
Madeira aglomerada	50..60
Azulejos brancos	60..75
Madeira escura	15..20
Gesso	80
Cores	%
Branco	70..80
Creme claro	70..80
Amarelo claro	55..65
Rosa	45..50
Verde claro	45..50
Azul celeste	40..45
Cinza claro	40..45
Bege	25..35
Amarelo escuro	25..35
Marron claro	25..35
Verde oliva	25..35
Laranja	20..25
Vermelho	20..35
Cinza médio	20..35
Verde escuro	10..15
Azul escuro	10..15
Vermelho escuro	10..15
Cinza escuro	10..15
Azul marinho	5..10
Preto	5..10

Tabela A14.-Factor de Utilização

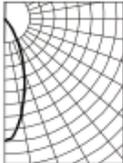
Luminária	Refletâncias												
	Teto	ρ_1	0,8			0,5		0,8			0,5		0,3
	Parede	ρ_2	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
	Piso	ρ_3	0,3					0,1					
Índice do Recinto		K											
A 1		0,6	0,60	0,55	0,54	0,60	0,55	0,61	0,56	0,78	0,69	0,56	0,68
		0,8	0,69	0,64	0,64	0,70	0,65	0,70	0,65	0,87	0,72	0,66	0,75
		1	0,75	0,70	0,70	0,76	0,71	0,77	0,71	0,93	0,79	0,72	0,80
		1,25	0,81	0,76	0,75	0,82	0,77	0,83	0,78	0,97	0,86	0,79	0,84
		1,5	0,84	0,79	0,79	0,86	0,81	0,87	0,82	0,99	0,90	0,83	0,87
		2	0,89	0,85	0,84	0,91	0,86	0,93	0,88	1,02	0,97	0,90	0,90
		2,5	0,92	0,88	0,87	0,94	0,90	0,97	0,92	1,04	1,02	0,96	0,93
		3	0,94	0,91	0,90	0,97	0,93	1,00	0,95	1,05	1,06	1,00	0,95
		4	0,97	0,93	0,94	0,99	0,97	1,04	1,00	1,06	1,11	1,05	0,97
		5	0,99	0,96	0,95	1,00	0,98	1,06	1,02	1,06	1,14	1,09	0,98

Tabela A15.-Factor de Manutenção

Ambiente	Limpo	Médio	Sujo
Fator de manutenção (FM)	0,9	0,8	0,6