



**FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA**

Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador *ESP32* numa residência de 3 pisos

Cuambe, Michel Acácio
Supervisor: Eng. Hélder Nhambe

Maputo, Outubro de 202



FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador *ESP32* numa residência de 3 pisos

Cuambe, Michel Acácio
Supervisor: Eng.º Hélder Nhambe

Maputo, Outubro de 2023



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE TRABALHO DE LICENCIATURA

REFERÊNCIA DO TEMA: 2023ELTLD08 Data: 20/02/2023

1. TÍTULO DO TEMA

Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador *ESP32* numa residência de 3 pisos.

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

Introdução

A energia eléctrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades actuais. Ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores e fazer funcionar diversos aparelhos eléctricos e electrónicos que possuímos em casa. Para o seu uso adequado em uma residência, a instalação eléctrica deve ser muito bem concebida e dimensionada obedecendo as normas da concessionária local, EDM, de modo a não perigar vidas humanas e evitar choques eléctricos.

O presente trabalho compreenderá duas fases, a instalação eléctrica da residência e a sua automação. Na primeira fase pretende-se realizar o dimensionamento dos circuitos de tomada, iluminação, circuitos de terra e de todo aparelho de protecção com seus respectivos cálculos, tudo apresentado nos *softwares* adequados. Na segunda fase está prevista a automação da residência, isto é, o controle remoto e automático dos diversos circuitos da casa, respectivamente de iluminação e de alguns aparelhos por via do microcontrolador *ESP32*, uma placa de desenvolvimento que supera o *arduino* possuindo a funcionalidade *bluetooth* e *wireless* que permite interação com a placa remotamente. É também caracterizada pela sua grande capacidade de processamento dando uma infinidade de possibilidades na área de automação residencial.

Formulação do Problema

O bairro do Mateque, *Fao* é uma zona sub-urbana em expansão que possui diversas obras de casas em construção, porém a energia eléctrica disponível é limitada a muitas residências existindo poucas com o alcance a electricidade e com a instalação eléctrica pronta para uso. Portanto o trabalho propõe um projecto eléctrico para electrificação de uma residência com as seguintes características: O quintal possui uma área de 20x40 total de 800m² sendo que a total construída corresponde à 512.24m², 62% da área do quintal. A residência é constituída de três áreas principais, dentre as quais, a primeira possui uma cave subterrânea onde estará situada uma dispensa de 26.77m² e uma área de serviço. A segunda corresponde a superfície RC, possui uma sala, uma cozinha, duas varandas, um corredor, casa de banho de uso geral, três quartos dentre os quais um suite e duas escadas de acesso ao primeiro piso e uma escada de acesso a cave. A terceira área corresponde ao primeiro andar, contém um terraço, uma varanda e um quarto suite. O trabalho também propõe a automação da residência, o que vai otimizar o uso da energia eléctrica podendo-se assim ter maior controle da energia consumida.

Justificativa

A tecnologia no mundo todo tem evoluído em passos grandes, inclusive nas instalações eléctricas, o que constitui um desafio implementar uma instalação eléctrica actual utilizando as mais recentes tecnologias à um custo mínimo, o trabalho compreende a instalação eléctrica que compõem os circuitos da casa, tomadas de uso de geral, tomadas de uso específico, iluminação da residência, protecção e circuitos de terra bem concebidos, sistema de segurança CCTV e automação da residência usando o microcontrolador *ESP32*.

Objectivos

Objectivos Geral

- Projectar uma instalação eléctrica residencial com automação utilizando o microcontrolador *ESP32* numa residência de 3 pisos.

Objectivos Especificos

- Fazer o levantamento da carga a instalar;
- Fazer a previsão de potência a contratar;
- Dimensionar os circuitos de tomada, circuitos de terra e iluminação da residência;
- Dimensionar a aparelhagem de corte, proteção, manobra;
- Dimensionar os quadros eléctricos;
- Desenhar os diagramas unifilares dos variados circuitos da residência;
- Desenhar os circuitos do sistema de segurança CCTV;
- Estudar sobre os diferentes metodos de automação residencial;
- Aplicar o modelo autónomo de controles eléctricos da residência utilizando o microcontrolador modelo *ESP32*;
- Fazer a estimativa de custos.

Metodologia

O trabalho será feito com base em pesquisas bibliográficas através da *internet* que abordam informações públicas em livros, artigos, teses de licenciatura em formato electrónico relacionado com as temáticas, nomeadamente:

Instalações Eléctricas Residenciais, Dimensionamento das instalações colectivas, Dimensionamento de condutores, Dimensionamento das canalizações eléctricas e suas respectivas protecções; Programação do microcontrolador *ESP32*, Regulamento de Segurança Eléctrica de Baixa Tensão; Regulamento De Segurança De Instalações Eléctricas De Utilização De Energia Eléctrica; Regulamento Portugues Decreto Lei 74074; Portaria_949 Regulamento; Decreto-Lei740-74.

Será feito também com base no levantamento de dados na planta, sua constituição e equipamentos com o arquitecto e empreiteiro da obra.

Processamento e análise dos dados obtidos das cargas da instalação na residência através de catálogos disponíveis na *internet* e lojas locais.

Consulta a técnicos que trabalhem na área de instalações eléctricas e programação;

Ensaio das funcionalidades do microcontrolador *ESP32* utilizando um modelo prototipo de automação para controle de *LEDs*.

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

Maputo, Bairro de Mateque, *Fao*

4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Eng.º Helder Nhambe	<i>Helder Fran. Nhambe 12.03/23</i>
Co-supervisor		
Da Instituição		

Maputo, 22 de Março de 2023

O estudante

Michel Acácio Guambe
(Michel Acácio Guambe)

O Director do Curso
Zefanias José Mabote
(Eng.º Zefanias José Mabote)
17.03.23

O Chefe da Comissão Científica
José Nelson Guambe

(Mestre José Nelson Guambe, Eng.º)

03/03/23

Plano de actividades

Trabalho de Licenciatura

Tema: Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador ESP32 numa residência de 2 pisos com cave subterrânea.

Referência: 2023EL.TLD08

Data: 20/02/2023

Semana prevista	Data prevista	Hora prevista	Semana real	Data real	Duração real	Assunto
7	07/04/23	17H00				Relatório de progresso do trabalho e correcção sobre o levantamento das cargas da residência, cálculo luminotécnico, definição dos pontos de luz e de tomadas da residência, definição da canalização eléctrica, tubagem, fiação para definição do número de circuitos e dimensionamento do quadro eléctrico e protecção dos circuitos.
8	14/04/23	17H00				Relatório de progresso do trabalho e correcção sobre a obtenção e a programação do microcontrolador ESP32 para ensaio e posterior instalação e definição dos componentes a serem automatizados pelo microcontrolador.
9	21/04/23	17H00				Relatório de progresso do trabalho e correcção sobre os desenhos.

						elétricos de todos os circuitos da residência.
10	28/04/23	17H00				Relatório de progresso do trabalho e correção sobre os desenhos elétricos de todos os circuitos da residência.
11	05/05/23	17H00				Observação do progresso do trabalho e correção
12	12/05/23	17H00				Últimas observações e correções
13	19/05/23	17H00				Assinaturas
			Supervisor: Eng. Helder Nhambe			Assinatura: <i>Helder Nhambe</i>
			Estudante: Cuambe, Michel Acácio			Assinatura: <i>Michel Acácio Cuambe</i>

Observações:

Data:

22/03/2023

Nome do estudante:

Michel Acácio Cuambe

Michel Acácio Cuambe



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNIA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Michel Acácio Cuambe

Referência do tema: 2023ELTLD08

Data: 25 / 10 / 2023

Título do tema: Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos

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

2. Organização (estrutura) e explanação									
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
Secção 2 subtotal (max: 45)	36								

3. Argumentação									
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				
Secção 3 subtotal (max: 30)	25								

4. Apresentação e estilo da escrita									
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				
Secção 4 subtotal (max: 20)	16								

Total de pontos (max: 100)	81	Nota (=Total*0,2)	16,2
----------------------------	----	-------------------	------

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.

Assinatura do Supervisor

Helder Fran. Nhambe
(Eng.º Helder Nhambe)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNIA

FI - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Michel Acácio Cuambe

Data: 25 / 10 / 2023

Referência do tema: 2023ELTLD08

Título do tema: Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos

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

2. Organização (estrutura) e explanação										
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
Secção 2 subtotal (max: 45)	32									

3. Argumentação										
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					
Secção 3 subtotal (max: 30)	20									

4. Apresentação e estilo da escrita					
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
Secção 4 subtotal (max: 20)	12				

Total de pontos (max: 100)	67	Nota (=Total*0,2)	13,4
----------------------------	----	-------------------	------

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.

O Supervisor

(Eng.º Hélder Nhambe)

67 No 11 Lujo

ANEXO 11.

GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA
(PELO JÚRI)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA Electroquímica

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: CUAMBE, Michael Acácio

Referência do tema: 2023 EL TLD08

Data: 22/12/23

Título do tema:

Projecto de uma instalação elect. residencial com automação...

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

2. Organização e explanação										
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		
Secção 2 subtotal(max: 25)	20									

3. Estilo da apresentação										
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					
Secção 3 subtotal(max: 15)	12									

4. Defesa										
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
Secção 3 subtotal(max: 50)	40									

Total de pontos (max: 100)	80	Nota (=Total*0,2)	16,0
----------------------------	----	-------------------	------

Alf. Fran. Albas
22/12/23

ANEXO 11.

GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA
(PELO JÚRI)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA

Nome do estudante: GUAMBE, MICHEL ACÁCIO

Referência do tema: 2023 ELTL D08

Data: 22/12/2023

Título do tema:

PROJEÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉCTRICA RESIDENCIAL COM NOVO TIPO C30

1. Introdução										
1.1. Apresentação dos pontos chave na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal(max: 10)	9									
2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.2. Metodologia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal(max: 25)	20									
3. Estilo da apresentação										
3.1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal(max: 15)	12									
4. Defesa										
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
Secção 3 subtotal(max: 50)	39									
Total de pontos (max: 100)	80			Nota (=Total*0,2)			16,0			

Geovon Lourenço
22/12/2023



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE
(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: Michel Acácio Cuambe

Data: 25 / 10 / 2023

Referência do tema: 2023ELTLD08

Título do tema: Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)				4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)				4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)				4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)				4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)				4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)				4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)				4	5
Total de pontos (max: 35)	30				

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)
17,0	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35) 30

Nota (=Total*20/35) 17,14

O Supervisor

Felder Fran. Nhambe 21/10/23
(Eng.º Hélder Nhambe)

ANEXO 13.
FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA Electotécnica

F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: UAMBE, Michael Acacio

Referência do tema: 2023 EL TLD08

Data: 22/12/23

Título do tema:
Projecto de uma inst. elect. residencial com automação baseada no microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO(%)
Relatório escrito (F1)	N1= <u>17,14</u>	A= 60 <u>10,3</u>
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2= <u>16,0</u>	B= 40 <u>6,4</u>

CLASSIFICAÇÃO FINAL $=(N1 \cdot A + N2 \cdot B) / 100$

17,0

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	<u>Fernando Hausse Chalchaisa</u>
O Oponente	<u>Gerson Longo</u>
Os Supervisores	<u>Felipe Form. Xhabe</u>



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica
Disciplina: Trabalho de Licenciatura (TL)

Estudante: CUAMBE, Michel Acácio
Título do Trabalho de Licenciatura: Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador <i>ESP32</i> numa residência de 3 pisos
Docente Supervisor: eng. Hélder Francisco Nhambe
Data: Dezembro de 2023

MEU PARECER SOBRE A MONOGRAFIA

Após a leitura da monografia do candidato, CUAMBE, Michel Acácio, tenho a informar o seguinte:

1) Qualidade do tratamento da bibliografia e da análise feita pelo estudante

O estudante neste ponto apresenta uma vasta lista de obras literárias ideias e conceitos não dispersos. A não dispersão de conceitos dá o mérito ao trabalho porque o estudante aborda questões que possam levar a solução do caso de estudo referido. O estudante apresenta uma estrutura como mandam as normas, conseguiu coordenar o tema com a problemática, justificativa e objetivos assim como conclusões, entretanto não fez uma citação apropriada dos respectivos autores.

2) Qualidade da apresentação gráfica

A legenda das figuras e gráficos e a organização em geral condiz com o regulamento. O estudante identifica com clareza apêndice com relação a anexo, linguagem apropriada usada para elaboração de um trabalho científico, ao longo do texto, mas com pequenos problemas gramaticais (formação frásica).

3) Qualidade técnica do trabalho

A qualidade do trabalho depende da forma como o autor desenvolve os assuntos chaves, tendo sido franco no 3 capítulo e nos apêndices, pós não apresenta fundamentos, dados, suficientes para chegar a conclusão da resistividade do solo em causa, nos apêndices nao apresenta de forma clara o sistema de aterramento adoptado. Não percebo porquê não fez as medições da resistividade para o dimensionamento de aterramento

4) Pontos fortes do trabalho:

- A metodologia usada;
- Emprego adequado de ideias, conceitos e linguagem apropriada;
- Muito material útil para a elaboração do trabalho;
- Uso de *software* adequado para o cálculo luminotécnico e
- Conseguiu coordenar a problemática, justificativa e objectivos.

5) Pontos que devem ser melhor trabalhados:

Os pontos que devem ser melhorados estão na sua maior parte no levantamento de dados e dimensionamento referente ao aterramento.

Desta forma, considero que pode ser dado a possibilidade defesa da sua monografia, com **classificação BOM** e que pode ser melhorada, para MUITO BOM, caso o candidato trabalhe bastante nos forma independente e individual no capítulo 3.

Assinatura do Docente: _____

Helder Francisco Nhambe

(Hélder Francisco Nhambe)

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante Michel Acácio Cuambe
entregou no dia 25 / 10 / 2023 as 03 cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a
referência: 2023ELTLD08

Intitulado: Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no
microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos

Maputo, 31 de outubro de 2023

O Chefe de Secretaria

P. Lolga Figueiredo

(Dra. Arlete Chiconela)

**PARECER DO Oponente RELATIVO AO TRABALHO DE LICENCIATURA DE
MICHEL ACÁCIO CUAMBE.**

O presente parecer do oponente faz uma pré-avaliação do trabalho de licenciatura submetido pelo estudante finalista Michel Acácio Cuambe, como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Engenharia Eléctrica na Faculdade de Engenharia - DEEL.

O TL tem como título "Projecto de uma instalação eléctrica residencial com automação baseada no microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos" cujo objectivo geral é projectar uma instalação eléctrica usando o microcontrolador ESP32 em uma residência.

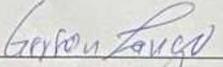
Nos capítulos um o estudante traz uma introdução, objectivos assim como a formulação do problema. No capítulo dois o estudante fez um resumo teórico dos sistemas KNX. No capítulo três o estudante abordou sobre o caso de estudos e as metodologias do dimensionamento dos sistemas. No capítulo quatro o estudante demonstra os resultados e discussões.

Trata-se de um trabalho de grande interesse na medida em que apresenta uma solução mais amigável do ponto de vista económico para o consumo de energia eléctrica. Houveram algumas dúvidas no projecto inicial, porém foram todas esclarecidas.

Para concluir, considero que o trabalho preenche os requisitos de um trabalho académico e julgo estar apto para ser apresentado e defendido. O candidato mostrou competências suficientes para que lhe seja concedido o grau de Licenciado em Engenharia Eléctrica pela Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, 07 de março de 2024

Eng. Gerson Zango



(Assistente Universitário)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra, ser o autor deste Trabalho de Licenciatura e que nunca foi apresentado para obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ele constitui o resultado do meu labor individual.

Assinatura

Michel Acácio Cuambe

(Michel Acácio Cuambe)

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, pela força que me concedeu de poder realizar esse trabalho.

Dedico aos meus pais, por não medirem esforços em prol do meu futuro e sempre me incentivarem a estudar.

Dedico ao meu supervisor Engenheiro Hélder Nhambe por ter aceite com toda a vontade me supervisionar e orientar durante a realização deste trabalho e por toda a paciência, disposição e motivação.

E por fim dedico aos meus colegas e todo corpo da faculdade, por todo o percurso e suporte, pois sem estes jamais teria conseguido concluir o curso.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus pela graça que concedeu de poder ter feito o curso de Engenharia Eléctrica.

Agradeço também os meus pais, pelo suporte e o incentivo que me dão para que consiga estudar.

Agradeço ao Eng.º Hélder Nhambe pelo suporte e acompanhamento durante a realização deste trabalho e a toda faculdade pelo aprendizado durante esses anos de estudo para conclusão do curso.

Agradeço ao Sr. Naftal pela confiança e por ter me dado a permissão de poder ter a sua casa como objecto de estudo para o trabalho.

Agradeço ao técnico Inácio pelas dicas e pelo suporte durante o processo de realização do trabalho.

RESUMO

O presente trabalho surge no âmbito da obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Eléctrica pela Universidade Eduardo Mondlane. O trabalho consiste num projecto de instalação eléctrica de uma residência unifamiliar de 3 pisos. O trabalho abarca estudos sobre a instalação eléctrica, equipamentos a instalar e os dispositivos de protecção contra os efeitos adversos da electricidade. Esta prevista para a instalação eléctrica circuitos de iluminação, tomadas de uso geral para alimentação das diversas cargas de baixa potência e tomadas de uso específico para alimentação dos ar-condicionados da residência, fogão eléctrico, termoacumulador, máquina de lavar e bomba de água. Foi feita também a automatização da residência, por meio do dispositivo microcontrolador *ESP32* para o controle remoto da iluminação. O microcontrolador *ESP32* foi criado pela *ESPRESSIF SYSTEMS* e tem inovado a área da automação devido a sua integração com *Wi-fi*, *Bluetooth* e a alta capacidade de processamento associado ao seu baixo custo. O microcontrolador *ESP32* junto com sua funcionalidade *Wi-Fi* permite a interação com a *internet* através do protocolo de dados *http* de onde cujo sinal é recebido pelo microcontrolador e este por sua vez acciona um modulo relê para os respectivos comandos de ligar ou desligar os circuitos destinados a comandar. Também se integrou com o microcontrolador um sensor de temperatura e humidade cuja informação pode ser enviada em tempo real para o dispositivo e a leitura pode-se fazer através da página *Web*. Para a compreensão das funções de automação pelo microcontrolador programou-se o mesmo utilizando a aplicação criada para a programação de *arduino*, a *IDE* do *arduino SKECTCHUP* pela sua linguagem de programação relativamente simples, a linguagem *CC+*. A instalação eléctrica foi estimada num valor de 368 576,403Mt incluindo mão de obra.

Palavras-chave: instalação eléctrica, dimensionamento de circuitos, tomadas de uso geral, Tomdas de uso específico, automação, microcontrolador, *ESP32*, modulo relê, *IDE* do *arduino SKECTCHUP*, linguagem *CC+*.

ABSTRACT

The present work arises within the scope of obtaining a degree in Electrical Engineering from Eduardo Mondlane University. The work consists of an electrical installation project for a single-family residence with 3 floors. The work includes studies on the electrical installation and equipment to be installed and the protection devices against the adverse effects of electricity. It is planned for the electrical installation of lighting circuits, sockets for general use to power the various low-power loads, sockets for specific use to power the air-conditioning in the residence, an electric oven, water heater, washing machine, and water pump. The residence was also automated using the ESP32 microcontroller device for remote lighting control. The ESP32 was created by ESPRESSIF SYSTEMS and has been innovating in this area due to its integration with Wi-Fi, Bluetooth and the high processing capacity associated with its low cost. Therefore, for its application, the ESP32 microcontroller was used, together with its Wi-Fi functionality, which allows interaction with the Internet through the HTTP data protocol, from where the signal is received by the microcontroller, and this, in turn, activates a relay module for the respective commands. to switch on or off the circuits intended to control. A temperature and humidity sensor has also been integrated with the microcontroller, whose information can be sent in real time to the device and the reading can be done through the web application. In order to understand the automation functions of the microcontroller, it was programmed using an application created for *arduino* programming, the *IDE SKETCHUPP*, due to its relatively simple programming language, the CC+ language. The cost of equipment and labor was estimated in 368 576,403Mt.

Keywords: electrical installation, general purpose outlets, specific purpose outlet's Specific purpose outlets, home automation, microcontroller, ESP32, relay module, arduino SKECTCHUP IDE, CC+ language.

Índice

Capítulo I: Introdução.....	1
1.1. <i>Introdução.....</i>	1
1.2. <i>Formulação do Problema.....</i>	2
1.3. <i>Justificativa.....</i>	2
1.4. <i>Objectivos.....</i>	3
1.4.1. <i>Objectivos Geral.....</i>	3
1.4.2. <i>Objectivos Específicos.....</i>	3
1.5. <i>Metodologia.....</i>	4
Capítulo II: Resumo Teórico.....	5
2.1. <i>Roteiro de um projeto de instalação eléctrica residencial.....</i>	5
2.2. <i>Classificação dos locais da instalação eléctrica.....</i>	6
2.3. <i>Canalização eléctrica.....</i>	7
2.3.1. <i>Conduta – Tubo de secção circular.....</i>	7
2.3.2. <i>Cabos Electricos.....</i>	7
2.3.2.1. <i>Dimensionamento do cabo eléctrico.....</i>	9
2.3.2.2. <i>Protecção dos condutores quanto ao Aquecimento.....</i>	9
2.3.2.3. <i>Quedas de Tensão Maxima Admissíveis.....</i>	10
2.3.2.4. <i>Cálculo das Quedas de Tensão.....</i>	10
2.3.2.5. <i>Secção nominal dos condutores.....</i>	11
2.4. <i>Dispositivos de protecção.....</i>	11
2.4.1. <i>Aparelhagem de Manobra - Interruptores de Corte Geral.....</i>	11
2.4.2. <i>Fusíveis.....</i>	12
2.4.3. <i>Disjuntores.....</i>	12
2.4.4. <i>Interruptores e Disjuntores de Corrente de Defeito Residual.....</i>	13
2.4.5. <i>Dimensionamento da protecção.....</i>	13
2.5. <i>Protecção de pessoas e terras de protecção.....</i>	14
2.5.1. <i>Protecção contra contactos directos.....</i>	15
2.5.2. <i>Protecção contra contactos indirectos.....</i>	15
2.5.2.1. <i>Ligação das Massas à Terra.....</i>	15
2.5.2.2. <i>Constituição.....</i>	15
2.5.2.3. <i>Eléctrodos de Terra.....</i>	15
2.5.2.4. <i>Dimensionamento.....</i>	16
2.5.2.5. <i>Dimensionamento de Sistema de aterramento com hastes em triângulo.....</i>	17
2.5.3. <i>Protecção contra sobretensões (DPS).....</i>	17
2.6. <i>Quadros Electricos.....</i>	18
2.7. <i>Potência mínimas a considerar no dimensionamento das instalações de utilização.....</i>	18
2.7.1. <i>Disposições gerais.....</i>	18
2.7.2. <i>Dimensionamento dos circuitos de utilização.....</i>	19
2.7.3. <i>Alocação dos pontos de consumo.....</i>	19
2.7.3.1. <i>Circuitos de Iluminação.....</i>	19
2.7.3.2. <i>TUG's e TUE'S.....</i>	19
2.7.3.2.1. <i>Potências do Ar-condicionado.....</i>	19
2.7.3.2.2. <i>Potências da Bomba de água.....</i>	20
2.7.3.2.3. <i>Potências da Máquina de Lavar.....</i>	20

2.7.4. Instalações na Piscina	20
2.7.5 Coeficientes de Utilização e Simultaneidade.....	22
2.8. Sistema de segurança CCTV	23
2.9. Automação Residencial.....	23
2.9.1. Componentes Eléctricos e Electrónicos.....	24
2.9.1.1. Módulo Relé	24
2.9.1.2. Expansor de Porta MCP 23017	25
2.9.2. Principais redes de comunicação de dados, rede de computador	25
2.9.2.1. Wi-Fi	26
2.9.2.2. Servidor Web.....	26
2.9.3 Microcontroladores	26
2.9.3.1. <i>Arduíno</i>	27
2.9.3.2 <i>ESP32</i>	28
2.9.4. Programação.....	30
Capítulo III. Dimensionamento da Instalação Eléctrica Residencial	32
3.1. <i>Memória descritiva e justificativa</i>	32
3.2. <i>Cálculo da Potência contratada</i>	33
3.2.1. Cálculo do alimentador da rede	33
3.2.2. Dimensionamento da Protecção	33
3.3. <i>Cálculo da Potência instalada</i>	34
3.3.1. Piso 1 - Cave.....	34
3.3.1.1. Tomada de uso geral	34
3.3.1.2. Tomada de uso específico	34
3.3.1.3. Iluminação.....	35
3.3.1.4. Dimensionamento do descarregador de sobretensão	35
3.3.1.5. Interruptor diferencial residual	35
3.3.2. Piso 2 - RC	35
3.3.2.1. Tomadas de uso geral	35
3.3.2.2. Tomadas de uso específico	36
3.3.2.3. Iluminação.....	38
3.3.2.4. Dimensionamento do alimentador do Piso 2 (RC)	38
3.3.2.5. Dimensionamento do descarregador de sobretensão	39
3.3.2.6. Interruptor diferencial residual	39
3.3.3. Piso 3 – 1º andar	39
3.3.3.1. Tomadas de uso geral	39
3.3.3.2. Tomadas de uso específico	40
3.3.3.3. Iluminação.....	40
3.3.3.4. Dimensionamento do alimentador para piso 3.....	40
3.3.3.5. Dimensionamento do descarregador de sobretensão	41
3.3.3.6. Interruptor diferencial residual	41
3.4. <i>Dimensionamento do alimentador da caixa de coluna</i>	41
3.4.1. Dimensionamento da protecção	42
3.4.2. Dimensionamento do descarregador de sobretensão	42
3.5. <i>Dimensionamento do sistema de aterramento</i>	42
3.6. <i>Automação Residencial</i>	44
3.6.1. Circuito	44
3.6.2. Código fonte na <i>IDE</i>	44
3.7. <i>Estimativa dos custos</i>	53

Capítulo IV – Considerações Finais	54
4.1. <i>Conclusão</i>	54
4.2. <i>Recomendações</i>	55
4.3. <i>Bibliografia</i>	56

Índice de Figuras

Figura 1: Conductor H07V-U	9
Figura 2: Cabos PT - N05VV-U.....	9
Figura 3: Cabos PT - N07VAV7V	9
Figura 4: Cabos VAV	9
Figura 5: Disjuntor termomagnético	12
Figura 6: Constituição do electrodo de terra do tipo vareta (fonte: RTIEBT)	16
Figura 7: Caixa para eléctrodo de terra (Fonte: Kindermann, 1995)	16
Figura 8: Triângulo equilátero.....	17
Figura 9: Dimensões dos volumes para as bacias das piscinas e dos lava-pés (Fonte: RTIEBT)	21
Figura 10: Ligação em TRS cc para iluminação de piscina	22
Figura 11: Esquema de ligação de um CCTV	23
Figura 12: Funcionalidades da domótica". (Fonte: Brandão).....	24
Figura 13: Arduino Mega 2560 (Fonte: Arduino 2019).....	28
Figura 14: Microcontrolador ESP32 (Fonte: Koban (2018)).....	29
Figura 15: Diagrama de blocos do microcontrolador ESP32 (Fonte: Kolban, 2018)	30
Figura 16: Residência em estudo (Fonte: Arquitecto Samuel)	32
Figura 17: Circuito de automação residencial (Fonte: Fernando Koyonagi)	44

Lista de Abreviaturas e Siglas

RTIEBT- Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

R.S.I.U.E.E. - Regulamento de Segurança de Instalações de utilização de Energia Eléctrica.

TUG – Tomada de uso geral

TUE – Tomada de uso específico

AC - Ar condicionado

F_s – Factor de simultaneidade

F_u – Factor de utilização

DDR – Disjuntor diferencial residual

IDR – Interruptor diferencial residual

QEG – Quadro eléctrico Geral

TRS – Tensão reduzida de segurança

I_s – Corrente de serviço

S – Potência aparente

I_f – corrente convencional de funcionamento do disjuntor ou fusível

I_z – Corrente máxima admissível nas condições de montagem e funcionamento

I_N - Corrente nominal

I_{cc} – Corrente de curto-circuito

W – watt

URLs - *Uniform Resource Locator*

Http - *Hiper Text Transfer Protocol*

USB - *Universal Serial Bus*

IDE - *Integrated development Environment*

IP – *Internet Protocol*

SSID - *service set identifier*

CCTV – *closed circuit television*

Capítulo I: Introdução

1.1. Introdução

A energia eléctrica é de fundamental importância para o desenvolvimento das sociedades actuais. Ela pode ser convertida para gerar luz, força para movimentar motores e fazer funcionar diversos aparelhos eléctricos e electrónicos que possuímos em casa. Para o seu uso adequado em uma residência, a instalação eléctrica deve ser muito bem concebida e dimensionada obedecendo as normas da concessionária local, EDM, de modo a não perigar vidas humanas e evitar choques eléctricos.

O presente trabalho compreenderá duas fases, a instalação eléctrica da residência e a sua automação. Na primeira fase será realizado um estudo do que compõe uma instalação eléctrica residencial, as condições necessárias para o seu estabelecimento, os equipamentos eléctricos, a sua disposição, as características e critérios para selecção. De seguida será feito o dimensionamento dos circuitos da residência, com base no levantamento das cargas para estabelecimento dos circuitos de utilização, respectivamente, de tomada e iluminação, conforme as normas em vigor no País e internacionais, dimensionamento da protecção e dos circuitos de terra, acompanhado dos seus respectivos cálculos e desenhos apresentados na planta baixa que os justifiquem. Na segunda fase está prevista a automação da residência, isto é, o controle remoto e automático dos circuitos da casa, com maior destaque para iluminação por via do microcontrolador *ESP32*, uma placa de desenvolvimento que supera o *arduíno* possuindo a funcionalidade *bluetooth* e *wireless* que permite interação com a placa remotamente. É também caracterizada pela sua grande capacidade de processamento dando uma infinidade de possibilidades na área de automação residencial.

1.2. Formulação do Problema

O bairro do Mateque, *Fao* é uma zona sub-urbana em expansão que possui diversas obras de casas em construção, porém a energia eléctrica disponível é limitada a muitas residências existindo poucas com o alcance a electricidade e com a instalação eléctrica pronta para uso. Portanto o trabalho propõe um projecto eléctrico para electrificação da residência. O trabalho propõe também a automação da residência, isto é, controle automático e remoto da iluminação, o que vai modernizar a instalação e permitir maior controle da iluminação, tudo através do telemóvel.

1.3. Justificativa

A tecnologia no mundo todo tem evoluído em passos grandes, inclusive nas instalações eléctricas, o que constitui um desafio implementar uma instalação eléctrica actual utilizando as mais recentes tecnologias à um custo mínimo, o trabalho compreende a instalação eléctrica que compõem os circuitos da casa, tomadas de uso de geral, tomadas de uso específico, iluminação da residência, protecção e circuitos de terra bem concebidos e automação da residência usando o microcontrolador *ESP32*.

1.4. Objectivos

1.4.1. Objectivos Geral

Projectar uma instalação eléctrica residencial com automação utilizando o microcontrolador ESP32 numa residência de 3 pisos.

1.4.2. Objectivos Específicos

- Fazer o levantamento da carga a instalar;
- Fazer a previsão de potência a contratar;
- Dimensionar os circuitos de tomada, circuitos de terra e iluminação da residência;
- Dimensionar a aparelhagem de corte, protecção e manobra;
- Dimensionar os quadros eléctricos;
- Desenhar os diagramas unifilares dos variados circuitos da residência;
- Aplicar o modelo autónomo de controlos eléctricos da residência utilizando o microcontrolador modelo ESP32;
- Fazer a estimativa de custos.

1.5. Metodologia

O trabalho será feito abarcando 3 tipos de estudos:

Pesquisas bibliográficas: Através da internet que abordam informações públicas em livros artigos, teses de licenciatura em formato electrónico relacionado com as temáticas: **RTIEBT** (Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão); **RSIUEE** (Regulamento de Segurança de Instalações de utilização de Energia Eléctrica); **IEC** (*International Electrothenical comission*); Instalações Eléctricas Residenciais, Dimensionamento das instalações colectivas, Dimensionamento de condutores, Dimensionamento das canalizações eléctricas e suas respectivas protecções; Programação do microcontrolador *ESP32*;

Pesquisas de campo: Será feito também com base no levantamento de dados na planta, sua constituição e equipamentos com o arquitecto e empreiteiro da obra. Consulta a técnicos que trabalhem na área de instalações eléctricas e programação;

Softwares: Cálculo luminotécnico utilizando o software dialux, alocação dos pontos de carga, desenho dos diagramas unifilares dos circuitos e quadros eléctricos usando o AutoCAD; Programação do microcontrolador utilizando Sketchup.

Capítulo II: Resumo Teórico

Em engenharia eléctrica, uma instalação eléctrica é um conjunto de equipamentos eléctricos associados com vista a uma aplicação que permite a transferência da energia eléctrica proveniente de uma fonte geradora de energia eléctrica. Portanto para a sua utilização numa residência deve ser precedida de uma série de estudos e cálculos, que compreendem as diversas fases do dimensionamento de uma instalação eléctrica para fornecimento da energia pela concessionária

2.1. Roteiro de um projeto de instalação eléctrica residencial

As actividades técnicas relativas à confecção de um projecto de instalações eléctricas podem ser divididas nas seguintes etapas principais, que serão descritas nos itens subsequentes:

- Alocação dos pontos de consumo: consiste na distribuição de tomadas de uso geral e específico, bem como dos pontos de luz;
- Alocação do Quadro de Distribuição: consiste na localização do quadro de distribuição na planta civil;
- Traçado de electroduto – consiste na distribuição de tubos, para a alimentação dos pontos de consumo;
- Caixas de passagem: consiste na distribuição de caixas de passagem para a instalação, para permitir conexões de condutores e sua manutenção futura;
- Definição de circuitos parciais: consiste na definição de circuitos parciais, que suprirão os diversos blocos de carga, nos quais a carga total será dividida;
- Atribuição de cargas a circuitos parciais: consiste na definição de quais pontos de consumo pertencem a cada um dos circuitos pré-definidos, de forma que cada circuito seja dimensionado, controlado e protegido independentemente;
- Distribuição de condutores- consiste na distribuição dos condutores (fase, neutro e protecção/terra) para cada um dos circuitos parciais, que alimentam os pontos de consumo, através da conduta;
- Cálculo das correntes e dimensionamento dos condutores: consiste no cálculo da corrente de cada um dos circuitos parciais, a partir da demanda dos pontos de consumo que atende, possibilitando o dimensionamento dos condutores da instalação, por critérios de carregamento e queda de tensão;
- Definição da protecção: que consiste no dimensionamento dos disjuntores de baixa tensão a serem utilizados no quadro de distribuição (

2.2. Classificação dos locais da instalação eléctrica

De acordo com RTIEBT, no projecto e na execução de uma instalação eléctrica devem ser consideradas a codificação e a classificação das influências externas, podendo ser:

- Ambientes;
- Temperatura ambiente;
- Condições climáticas (influência combinadas da temperatura e da humidade);
- Altitude;
- Presença de água;
- Presença de corpos sólidos;
- Presença de substâncias corrosivas ou poluentes;
- Acções mecânicas;
- Presença de flora ou de bolores;
- Presença de fauna;
- Influências electromagnéticas, electrostáticas ou ionizantes;
- Radiações solares;
- Efeitos sísmicos;
- Descargas atmosféricas, nível cerâmico;
- Movimentos do ar (vento);
- Utilização;
- Competência das pessoas;
- Resistência eléctrica do corpo humano;
- Evacuação das pessoas em caso de natureza dos produtos tratados ou armazenados;
- Construção de edifícios;
- Materiais de construção;
- Estrutura dos edifícios.

Quanto à utilização podem ser classificados em:

- Locais residenciais ou de uso profissional;
- Estabelecimentos recebendo público;
- Estabelecimentos industriais;
- Estabelecimentos agrícolas ou pecuários;
- Casas de banho, balneários e semelhantes;
- Locais afectos a serviços técnicos.

2.3. Canalização eléctrica

As canalizações eléctricas são constituídas pelos elementos eléctricos que transportam a corrente eléctrica nomeadamente os cabos e condutores eléctricos. Constituem igualmente elementos das canalizações eléctricas os dispositivos de suporte e protecção mecânica, como sejam por exemplo os tubos, caixas, calhas e caminhos de cabos.

Os tipos de montagem das canalizações eléctricas podem classificar-se em:

- Instalações ocultas, embebidas em paredes ou pavimentos constituídos tipicamente por condutores enfiados em tubos e instalações enterradas;
- Instalações à vista, constituídas tipicamente por cabos fixos por braçadeiras, condutores enfiados em tubos fixos por braçadeiras ou enfiados em calhas fechadas, e cabos em caminho de cabos ou esteiras (RSIUEE).

2.3.1. Condutores – Tubo de secção circular

As condutas (tubos de canalização eléctrica) mais utilizados, definidos na norma NP-1071, são os seguintes:

- Tubo **VD**, em PVC rígido, para utilização em instalações à vista fixo por braçadeiras ou embebido em alvenaria;
- Tubo **ERE**, em Polietileno, para utilização em instalações embebidas em placas, lajes ou outros elementos em betão;
- Tubo em **aço** sem costura, para utilização em instalações sujeitas a acções mecânicas intensas;
- Tubo de **PVC**, para utilização em instalações enterradas (a uma profundidade de 0,7m em relação ao pavimento exterior).

Os diâmetros mínimos a considerar para os diversos tubos são em função da secção e número de condutores que se pretende alojar nesses mesmos tubos. Os valores mínimos são referidos nos regulamentos nomeadamente RSIUEE - Art. 243.º- Diâmetros de tubos para instalações de utilização (tabela em anexo). Os tubos deverão ter diâmetro ou dimensões da secção recta tais que permitam o fácil enfiamento e desenfiamento dos condutores isolados ou cabos.

2.3.2 Cabos Electricos

Os condutores nus e as almas condutoras dos condutores isolados e dos cabos a empregar nas canalizações serão de cobre e alumínio. Na exploração dos cabos, ele deve possuir características que permitem a sua utilização, nomeadamente:

- Diâmetro exterior dos cabos; característica que determina a quantidade de condutores ou cabos a caber numa tubagem de protecção.
- Peso por unidade de comprimento, um dado que permite o manuseamento dos condutores e cabos.
- Corrente máxima admissível, característica que dita a capacidade de transportar uma dada potência.
- Impedância por unidade de comprimento, dado necessário para o cálculo de quedas de tensões e das correntes de curto-circuito.

Designam-se por cabos de baixa tensão, os cabos cuja tensão estipulada é menor ou igual a 0,6/1kV. São normalmente empregues os seguintes tipos:

- Cabos PT-N05VV-U, 300/500 V, (fig. 4.2), com isolamento e bainha em PVC, alma condutora em cobre, em instalações entubadas ou à vista, essencialmente para circuitos de iluminação, tomadas, controlo e sinalização;
- Cabos H1VV-R, 0,6/1 kV (ou VV), com isolamento e bainha em PVC, alma condutora em cobre, em instalações à vista, para circuitos de distribuição de energia, (bainha exterior cor preta se em instalações expostas);
- Cabos H1XV-R, 0,6/1 kV (ou XV), com isolamento a polietileno e bainha exterior em PVC, alma condutora em cobre, em instalações à vista, para circuitos de distribuição de energia, (bainha exterior cor preta se em instalações expostas);
- Cabos PT-N07VA7V-U, 500/750 V, (fig. 4.3), com isolamento e bainha em PVC, blindagem em fita de alumínio, alma condutora em cobre, em instalações entubadas ou à vista, para circuitos onde se torne necessário a blindagem electromagnética;
- Cabos H1VZ4V-R, 0,6/1 kV (VAV), (fig. 4.4), com isolamento e bainha em PVC, alma condutora em cobre, em instalações enterradas, para circuitos de distribuição de energia.



Figura 1: Conductor H07V-U



Figura 2: Cabos PT - N05VV-U



Figura 3: Cabos PT - N07VAV7V



Figura 4: Cabos VAV

2.3.2.1 Dimensionamento do cabo eléctrico

O dimensionamento da canalização pode ser feito na base da temperatura máxima admissível nos condutores, quedas de tensão admissível e corrente de curto-circuito. O cálculo seja para queda de tensão ou aquecimento admissível, requer que saibamos de antemão a corrente máxima admissível e a impedância por unidade de comprimento do cabo.

2.3.2.2. Protecção dos condutores quanto ao Aquecimento

A protecção dos condutores quanto ao aquecimento, deve ponderar o valor da intensidade de corrente máxima admissível no cabo (I_z) pelos factores de correcção em função da temperatura máxima previsível de funcionamento k_1 e da proximidade de várias canalizações k_2 (anexo 1.1. - 2.2.), através do cálculo da corrente fictícia devendo-se primeiro calcular a corrente de serviço (I_s) pelas fórmulas a seguir:

Para instalações em corrente alternada trifásica:

$$I_s = \frac{S_{abs}}{\sqrt{3} \times U} \quad (1)$$

A corrente fictícia é dada por:

$$I_s = \frac{S_{abs}}{\sqrt{3} \times U} \quad (2)$$

A partir deste se obtêm o valor de Iz (leitura das tabelas)

2.3.2.3. Quedas de Tensão Máxima Admissíveis

As quedas de tensão máximas admissíveis nas canalizações desde a origem da instalação até ao aparelho de utilização electricamente mais afastado, em conformidade com o Art.º 425 do RSIUEE, não deverá ser superior a:

- Colunas montantes 1, %;
- Entradas 0,5 %;
- Circuitos de alimentação de quadros 2 %;
- Circuitos de iluminação 3 %;
- Circuitos de tomadas e de equipamentos 5 %.
- Circuitos de motores eléctricos no arranque 10 %.

2.3.2.4. Cálculo das Quedas de Tensão

As quedas de tensão dos alimentadores e dos circuitos correspondentes parciais devem ser compostas para a obtenção da queda de tensão resultante. Caso os níveis de tensão não forem respeitados com a utilização do condutor definido pelo critério de dimensionamento por carregamento, deve-se escolher um outro condutor de secção maior de modo que esta condição seja satisfeita, pelo que a queda de tensão em percentagem pode ser calculada pela aplicação das expressões simplificadas seguintes:

- Instalações em corrente continua: $\Delta u = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{S \times U} \times 100\% \quad (3)$
- Instalações em corrente alternada monofásica: $\Delta u = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{S \times U_s} \times 100\% \quad (4)$
- Instalações em corrente alternada trifásica: $\Delta u = \frac{\sqrt{3} \times 2 \times \rho \times L \times I}{S \times U_c} \times 100\% \quad (5)$

onde:

- ρ - Resistividade do material da alma condutora à temperatura ambiente [O/mm².m];
- L – Comprimento do condutor [m];
- S – Secção do condutor [mm²];
- I – Intensidade de corrente estipulada [A];
- U_c e U_s – Tensão composta e tensão simples, respectivamente [V].

2.3.2.5. Secção nominal dos condutores

Conforme o tipo de carga, por norma, as secções nominais mínimas das canalizações não poderão ser empregados condutores com secções nominais inferiores às seguintes:

- a) Em circuitos de tomadas, força motriz ou climatização: 2,5 mm²;
- b) Em circuitos de iluminação ou outros usos: 1,5 mm²

A secção nominal do condutor neutro deverá ser igual à dos condutores de fase para secções nominais iguais ou inferiores a 10 mm². Para secções nominais superiores, a secção nominal do condutor neutro não deverá ser inferior à indicada no quadro em anexo.

2.4. Dispositivos de protecção

Os dispositivos de protecção devem poder interromper qualquer sobreintensidade de valor não inferior ao da corrente de curto-circuito presumida no ponto onde forem instalados.

A protecção dos circuitos eléctricos contra sobrecargas e curto-circuitos é realizada pelo emprego de fusíveis ou de disjuntores.

No caso dos quadros e das caixas de colunas empregam-se exclusivamente fusíveis. Nos outros tipos de quadros empregam-se preferencialmente disjuntores.

Para a protecção contracorrentes residuais de defeito à terra empregam-se os interruptores e disjuntores diferenciais.

Para a protecção de motores e bombas de água empregam-se disjuntores motores.

2.4.1 Aparelhagem de Manobra - Interruptores de Corte Geral

O corte geral dos quadros eléctricos deve ser realizado por interruptores de corte omipolar, com as posições de ligado/desligado perfeitamente identificáveis, montados isoladamente na primeira fila de aparelhagem de cada quadro. Estes interruptores devem suportar a intensidade de corrente nominal em permanência e a intensidade de corrente de curto-circuito até à actuação dos dispositivos de protecção.

Nas instalações cujo disjuntor limitador de potência (ACE) situa-se em posição contígua ao do quadro de entrada, o corte geral do quadro pode ser efectuado neste aparelho dispensando-se assim a montagem de interruptor de corte geral.

2.4.2. Fusíveis

Um corta circuito fusível é constituído por um fio ou lâmina condutora, dentro de um invólucro. O fio ou lâmina condutora (prata, cobre, chumbo...) é calibrado de forma a poder suportar sem fundir, a intensidade para a qual está calibrado. Se a intensidade ultrapassar razoavelmente esse valor, ele deve fundir (interrompendo o circuito) tanto mais depressa quanto maior for o valor da intensidade da corrente.

Os fusíveis normalmente utilizados são do tipo **gG** de alto poder de corte, para a protecção contra sobrecargas e curto-circuitos, e do tipo **aM** apenas para protecção contra curto-z. Estes fusíveis são instalados em bases tipo **NH** com a dimensão adequada ao seu calibre, apresentam características de actuação conforme indicado na tabela (Artº 134 do RSIUEE), onde ***Inf*** e ***If*** representam respectivamente a intensidade de corrente convencional de não fusão e a intensidade de corrente convencional de fusão.

2.4.3. Disjuntores

Os disjuntores para instalações residenciais e análogas são normalmente do tipo modular de acordo com as normas EN 60898 e EN 60947.

Um disjuntor é constituído pelo **relé**, com um órgão de disparo (disparador) e um órgão de corte (o interruptor) e dotado também de convenientes meios de extinção do arco eléctrico (câmaras de extinção do arco eléctrico).



Figura 5: Disjuntor termomagnético

Como disjuntor mais vulgar fabrica-se o **disjuntor magnetotérmico** que possui um relé electromagnético que protege contra curto – circuitos e um relé térmico, constituído por uma lâmina bimetálica, que protege contra sobrecargas. Sendo as curvas de disparo frequentemente usadas as seguintes:

Tipo B - O seu limiar de disparo magnético é muito baixo (ideal para curto-circuitos de valor reduzido);

Tipo C - o seu limiar de disparo magnético permite-lhe cobrir a maioria das necessidades.

Tipo D - o seu limiar de disparo alto permite utiliza-lo na protecção de circuitos com elevadas pontas de corrente de arranque.

Na tabela nos anexos apresentam-se as características de actuação disjuntores conforme consta do Artº134 do RSIUEE, onde ***I_{nf}*** e ***I_f*** representam respectivamente a intensidade de corrente convencional de não funcionamento e a intensidade de corrente convencional de funcionamento.

2.4.4. Interruptores e Disjuntores de Corrente de Defeito Residual

Os aparelhos de protecção sensíveis à corrente diferencial-residual provocam o corte automático da instalação quando a soma vectorial das intensidades de corrente que atravessam os pólos do aparelho atingem um valor pré-determinado.

O valor mínimo da corrente diferencial-residual, a partir do qual o aparelho de protecção deve actuar num tempo determinado, estabelece a sensibilidade de funcionamento desse aparelho, a qual, em regra, é designada da forma seguinte:

Alta sensibilidade: $I_{\Delta n} \leq 30mA$ (6);

Média sensibilidade: $30 mA > I_{\Delta n} \leq 1 A$ (7);

Baixa sensibilidade: $I_{\Delta n} > 1A$ (8)

Depende também do tipo de carga, podendo ser: **300mA** para os circuitos de iluminação; **30mA** para circuitos de tomadas e alimentação de equipamentos; **10mA**, para circuitos de equipamentos em ambientes húmidos ou molhados.

2.4.5. Dimensionamento da protecção

Devem ser previstos dispositivos de protecção em cada circuito parcial e em cada alimentador, de modo que níveis de correntes que poderiam causar danos aos condutores sejam interrompidos em período adequado.

Os dispositivos de protecção são usualmente constituídos por disjuntores termomagnético ou por fusíveis, devendo apresentar funcionamento adequado, garantido por convenientes valores de:

I_n - é a corrente estipulada do dispositivo de protecção

I_2 - é a corrente que assegura efetivamente a operação do dispositivo, durante sobrecargas ou curto-circuitos, tempo de actuação do dispositivo (t), quando ocorrem sobrecargas ou curto-circuitos.

I_b - é a corrente de serviço do circuito

I_z - é a capacidade máxima de condução do condutor

Para que um dispositivo de protecção garanta a protecção de uma canalização contra as sobrecargas é necessário verificarem-se as condições seguintes:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (9)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (10)$$

A 2ª condição que representa uma margem de segurança, que garanta que o dispositivo de protecção actue quando ocorre uma corrente suficientemente menor que a máxima suportada pelo condutor.

Para assegurar que os condutores também estejam protegidos contra os efeitos danosos de um curto-circuito é necessário que o dispositivo de protecção tenha capacidade de suportar e de interromper a corrente de curto-circuito (capacidade disruptiva), em um intervalo de tempo inferior aquele que o danifica.

Para tanto é necessário verificar se:

$$\sqrt{t} = k \frac{S}{I_{cc}} \quad (11)$$

t é o tempo, em segundos;

S é a secção dos condutores, em milímetros quadrados;

I_{cc} é a corrente de curto-circuito efectiva (valor eficaz), em amperes, isto é, a corrente de um curto-circuito franco verificado no ponto mais afastado do circuito considerado;

k é uma constante, cujo valor é igual a 115 para os condutores de cobre isolados a policloreto de vinilo. Podendo-se I_{cc} ser obtida através da fórmula:

$$I_{cc} = \frac{U}{R_T} \quad (12)$$

Onde:

$$R_T = R_j + R_M \quad (13)$$

$$R_j = \rho \times \frac{l}{S} \quad (14)$$

$$R_M = \rho \times \frac{l}{S} \quad (15)$$

2.5. Protecção de pessoas e terras de protecção

As instalações eléctricas devem ser projectadas por forma a minimizar os riscos de acidente resultantes da acção da corrente eléctrica (choques eléctricos). A protecção das pessoas contra os perigos da electricidade pode classificar-se em duas categorias:

- Protecção contra contactos directos: contactos de uma pessoa com peças de materiais ou equipamentos que se encontrem em tensão;

- Protecção contra contactos indirectos: contactos de uma pessoa com massas metálicas normalmente sem tensão, mas que, acidentalmente e devido a uma deficiência, são colocadas em tensão.

2.5.1. Protecção contra contactos directos

De acordo com o referido no Art.º 597 do RSIUEE, a protecção de pessoas contra contactos directos é assegurada pelo isolamento ou afastamento das partes activas (normalmente em tensão), colocação de anteparos ou recobrimento das partes activas com isolamento apropriado.

2.5.2. Protecção contra contactos indirectos

2.5.2.1. Ligação das Massas à Terra

A protecção de pessoas contra contactos indirectos é assegurada pela ligação à terra de todas as massas metálicas normalmente sem tensão, associada à utilização de aparelhos de corte automático sensíveis à corrente diferencial - residual instalados nos quadros.

A ligação das massas à terra será efectuada pelo condutor de protecção incluído em todas as canalizações e ligado ao circuito geral de terras através dos quadros. Portanto, a partir do sistema de aterramento, deve-se providenciar uma solida ligação às partes metálicas dos equipamentos. Por exemplo, os AC, chuveiros eléctricos, fogão, quadro de medição e distribuição, lavadora e secadora de roupas, torneira eléctrica, lava-louça, refrigerador e *freezer*, forno eléctrico, tubulação metálica, entre outros.

2.5.2.2. Constituição

Os condutores de terra e de protecção devem estar preparados para suportar em pleno a intensidade de corrente de defeito previsível sem qualquer alteração quer do ponto de vista eléctrico quer do ponto de vista mecânico.

A secção mínima dos condutores de protecção é determinada essencialmente em função da secção dos condutores de fase respectivos:

- Para as secções de fase até 16 mm² o condutor de protecção terá a mesma secção que o condutor de fase;

2.5.2.3. Eléctrodos de Terra

Os eléctrodos de terra são elementos condutores enterrados no solo, cujo comportamento é condicionado pelas características do material da sua forma e

dimensões. Normalmente são considerados os eléctrodos do tipo rede malhada (anel de fundações), varetas e chapas.

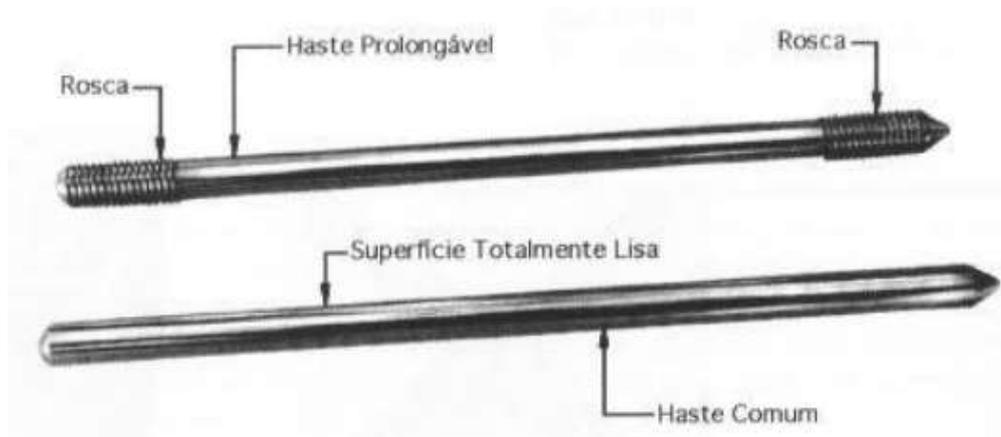


Figura 6: Constituição do electrodo de terra do tipo vareta (fonte: RTIEBT)

A caixa de medição de terra que estabelece a ligação entre o condutor com origem no eléctrodo de terra e o condutor de terra deve comportar um ligador amovível, de modo a permitir a medição independente da resistência de terra de cada eléctrodo.

A resistência do eléctrodo de terra, medida no ligador amovível, deverá apresentar um valor inferior a 10 Ohm, sem ter em conta a ligação equipotencial a outros serviços.

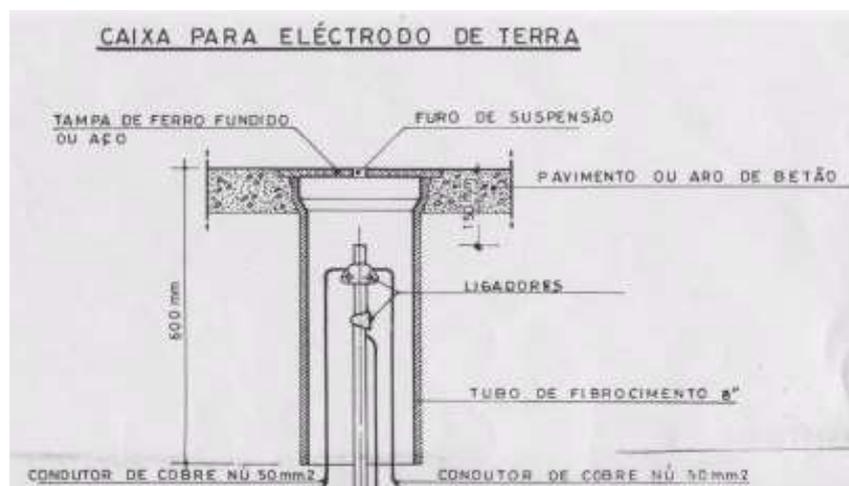


Figura 7: Caixa para eléctrodo de terra (Fonte: Kindermann, 1995)

2.5.2.4. Dimensionamento

O cálculo da resistência de terra de eléctrodos de terra pode ser efectuado de modo aproximado pela aplicação das seguintes expressões:

$$R_{1haste} = \frac{\rho a}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{d}\right) \quad (16)$$

Nem sempre o aterramento com uma haste fornece o valor da resistência desejada. Neste caso, examinando-se as fórmulas, pode-se saber os parâmetros que influenciam na redução do valor da resistência eléctrica. Eles são

- Aumento do diâmetro da haste
- Colocando-se hastes em paralelo
- Aumento do comprimento da haste
- Redução da resistividade utilizando tratamento químico no solo

2.5.2.5. Dimensionamento de Sistema de aterramento com hastes em triângulo

Para este sistema as hastes são cravadas nos vértices de um triângulo equilátero.

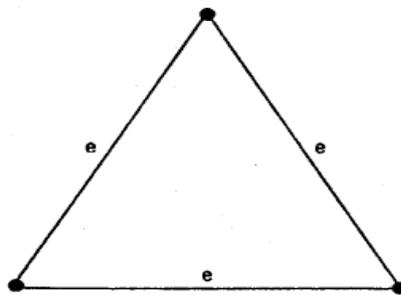


Figura 8: Triângulo equilátero

Todo o dimensionamento do sistema em triângulo, baseia-se na definição do índice de redução (k). Pode ser definido como a relação entre a resistência equivalente do conjunto (R_{eq}) e a resistência individual de cada haste sem a presença de outras hastes.

$$k = \frac{R_{eq}}{R_{1haste}} \quad (17)$$

2.5.3. Protecção contra sobretensões (DPS)

Para a protecção contra a propagação de sobretensões ao longo das linhas de alimentação eléctrica, originadas por fenómenos de descarga atmosférica podem empregar-se dispositivos do tipo descarregadores de sobretensão (DPS).

Estes dispositivos são posicionados na entrada dos quadros eléctricos que alimentam os equipamentos mais sensíveis e importantes (equipamento electrónico, computadores, centrais telefónicas, centrais de segurança, etc.), sendo ligados entre cada fase e a terra.

As características a considerar na definição dos descarregadores são:

- Tensão de serviço máxima permitida;
- Intensidade de corrente nominal de descarga;
- Nível de protecção.

Os descarregadores de sobretensão são montados na entrada dos quadros eléctricos. São normalmente do tipo Díodo Zener ou Varistor. Estes descarregadores estão destinados unicamente à limitação das sobretensões das correntes de choque relativamente pequenas da ordem dos 5 kA (8/20 ms) e 1,5 kA (8/20 ms), para uma tensão máxima de 2,5 ou 1,5 kV.

2.6. Quadros Electricos

O quadro electrico é um conjunto de aparelhos, convenientemente agrupados, incluindo as suas ligações, estruturas de suporte ou invólucro, destinado a proteger, comandar ou controlar instalações eléctricas. De acordo com o Art. 48.º RISUEE podem ser classificados da seguinte maneira:

Quadro aberto - Permite fixar os aparelhos sem lhes conferir qualquer protecção.

Quadro de painéis - Serve para fixar os aparelhos e protegê-los.

Quadro de armário - Quadro com invólucro contínuo e fechado

Quadro de caixas - Quadro constituído por uma ou mais caixas fechadas.

2.7. Potência mínimas a considerar no dimensionamento das instalações de utilização

As potências mínimas a considerar no dimensionamento das instalações de utilização deverão ser fixadas de acordo com as necessidades e condições de exploração dos respectivos locais.

Para alguns tipos de locais são indicados no quadro em anexo, os valores das potências por unidade de área que se recomenda considerar, na falta de elementos mais precisos, no dimensionamento das respectivas instalações de iluminação e tomadas de usos gerais.

2.7.1. Disposições gerais

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.

Cada instalação de utilização deverá ser dotada de um quadro de entrada. No caso de a mesma instalação de utilização servir diversos andares do mesmo edifício, cada andar

deverá ser dotado de um quadro, que desempenhará para esse andar o papel de quadro de entrada.

2.7.2. Dimensionamento dos circuitos de utilização

Os circuitos deverão ser dimensionados para a potência total máxima dos aparelhos de utilização que por eles são alimentados em exploração simultânea. Ao dimensionarem-se os circuitos deve ter-se particular cuidado na previsão de aumentos de potência.

2.7.3. Alocação dos pontos de consumo

A marcação dos pontos de consumo deve ser feita na planta baixa da edificação, em escala adequada, dos pontos de iluminação, das tomadas de uso geral, das tomadas para aparelhos específicos e dos interruptores.

2.7.3.1. Circuitos de Iluminação

Os pontos de luz devem ser alocados com base no projecto luminotécnico do ambiente. No caso de instalações simples, onde o número de luminárias é reduzido, o projecto luminotécnico pode ser dispensado, valendo-se apenas da experiência do projectista e do arquitecto. A alocação dos interruptores, bem como seu tipo, deve levar em conta a posição das portas, a circulação das pessoas e deve ser analisada previamente com o cliente.

2.7.3.2. TUG's e TUE'S

As tomadas específicas são aquelas destinadas ao suprimento de aparelhos determinados, geralmente não portáteis, tais como: chuveiros, geladeiras, condicionadores de ar, etc. As demais tomadas, destinadas à ligação dos demais aparelhos, são denominadas de uso geral.

As tomadas de uso geral atribuem-se normalmente uma potência instalada de 100W.

2.7.3.2.1. Potências do Ar-condicionado

As potências previstas para os ar-condicionados serão calculadas pela seguinte formula:

Para áreas $A \leq 18m^2$, A potência em BTU's sera igual a 12.000BTU's

Para áreas $A > 18m^2$, a potência sera dada por $P_{BTU} = 800 \times A$, donde se obtêm a potência electrica pela seguinte expressão:

$$P_{elec} = P_{BTU} \times 0,293 \quad (18)$$

$$P_D = \frac{P_{elec}}{EER} \quad (19)$$

Em que:

EER – rácio de eficiência energética (EER), que expressa a relação entre a energia produzida e a energia consumida para arrefecer os espaços.

2.7.3.2.2. Potências da Bomba de água

Os factores técnicos de dimensionamento da potência de bombas para sistemas de bombeamento de água são dependentes da altura manométrica e da vazão da água, podendo ser obtidas pelas seguintes expressões:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (20)$$

$$H_{manométricatotal} = H_{sucção} + H_{recalque} + P_c + 5\%final \quad (21)$$

Onde:

H_{sucção} - Diferença entre a superfície da água e a bomba

H_{recalque} - É a diferença entre a bomba e o ponto mais alto da instalação.

P_c – Perda de carga, que pode ser obtida pela seguinte expressão

P_c = CT . fp, onde:

CT – Comprimento da tubulação

fp- Factor de perda de carga

2.7.3.2.3. Potências da Máquina de Lavar

A escolha da máquina de lavar para uso doméstico pode ser uma tarefa bem complicada, ela é escolhida baseada na carga de roupa a lavar, podendo variar de máquinas de pequeno porte (9kg) ate 12kg ou 15kg para máquinas maiores. A máquina de lavar também é escolhida baseando-se no tipo de roupa que será lavado e o número de vezes. Atualmente, podemos encontrar modelos do electrodomesticos que variam de 1,5 kg a mais de 16 kg.

2.7.4. Instalações na Piscina

A instalação em piscinas é normalizada pelo regulamento RTIEB 702, onde deve-se observar com maior atenção o risco de choques eléctricos seja por contacto directo ou indirecto. Primeiramente vamos definir os volumes através da figura 10 que compõe a piscina de modo a definir como e onde instalar os equipamentos da piscina.

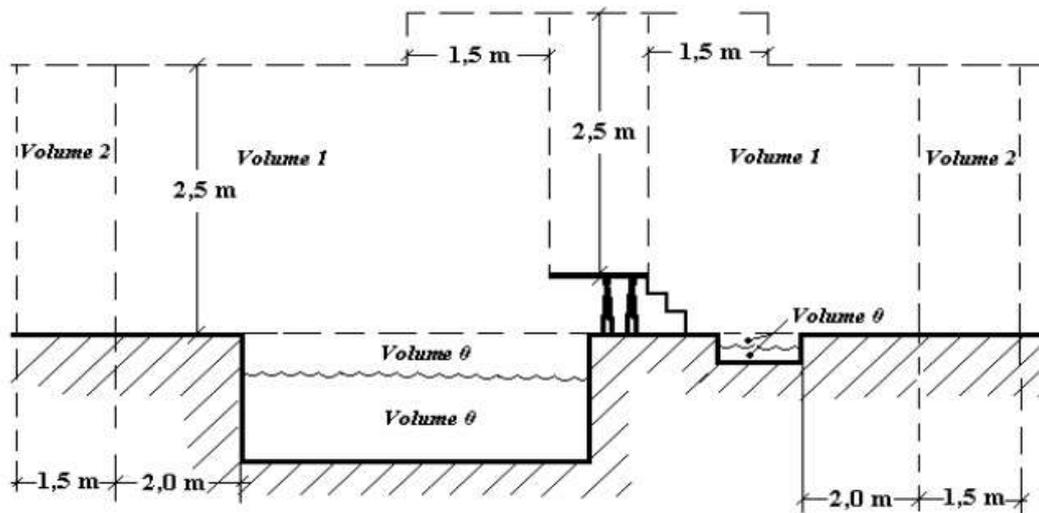


Figura 9: Dimensões dos volumes para as bacias das piscinas e dos lava-pés (Fonte: RTIEBT)

No volume 2, é permitida a instalação de aparelhagem (como por exemplo, tomadas, interruptores, etc.), desde que se verifique uma das condições seguintes:

- A aparelhagem seja alimentada individualmente por meio de um transformador de separação, com este localizado fora dos volumes 0, 1 ou 2.
- A aparelhagem seja alimentada em TRS (Tensão reduzida de segurança), com uma tensão nominal não superior a 12V em corrente alterada ou 30V em corrente continua devendo a fonte de segurança ser instalada fora dos volumes 0, 1 e 2.
- A aparelhagem seja protegida por um dispositivo diferencial de $I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$.

No caso de bombas de alimentação colocadas em locais contíguos à piscina e acessíveis por meio de um alçapão (ou de uma porta) localizado no pavimento que circunda a piscina, a protecção contra os choques eléctricos, pode ser feita através da medida de protecção por corte automático da alimentação, desde que sejam cumpridas, simultâneamente, as condições seguintes:

- a) as bombas sejam ligadas à bacia da piscina por meio de canalizações de água electricamente isolantes ou, quando metálicas, ligadas à ligação equipotencial da bacia da piscina;
- b) o alçapão (ou a porta) de acesso só possa ser aberto por meio de uma chave ou de uma ferramenta.

Nestas condições, os locais onde se situarem as referidas bombas devem ser considerados como sendo exteriores aos volumes 1 e 2.

Iluminação

Aparelhos de iluminação subaquática

1. Os aparelhos de iluminação subaquática deverão ser de um dos tipos seguintes:

a) Do tipo não submersível, dispostos por trás de óculos ou vigias em galeria técnica não acessível ao público;

b) Do tipo submersível, constituídos por projectores estanques à imersão

2. No caso de emprego dos aparelhos referidos na alínea a) do número anterior, se os projectores utilizados forem da classe I de isolamento, não deverá haver qualquer ligação condutora entre a massa do projector e partes condutoras eventualmente existentes nos óculos ou vigias.

3. No caso de emprego dos aparelhos referidos na alínea b) do n.º I, os projectores deverão ser alimentados a tensão reduzida de segurança não superior a 12 V. Se os projectores forem fixos, poderá empregar-se um transformador de isolamento para alimentar vários projectores.

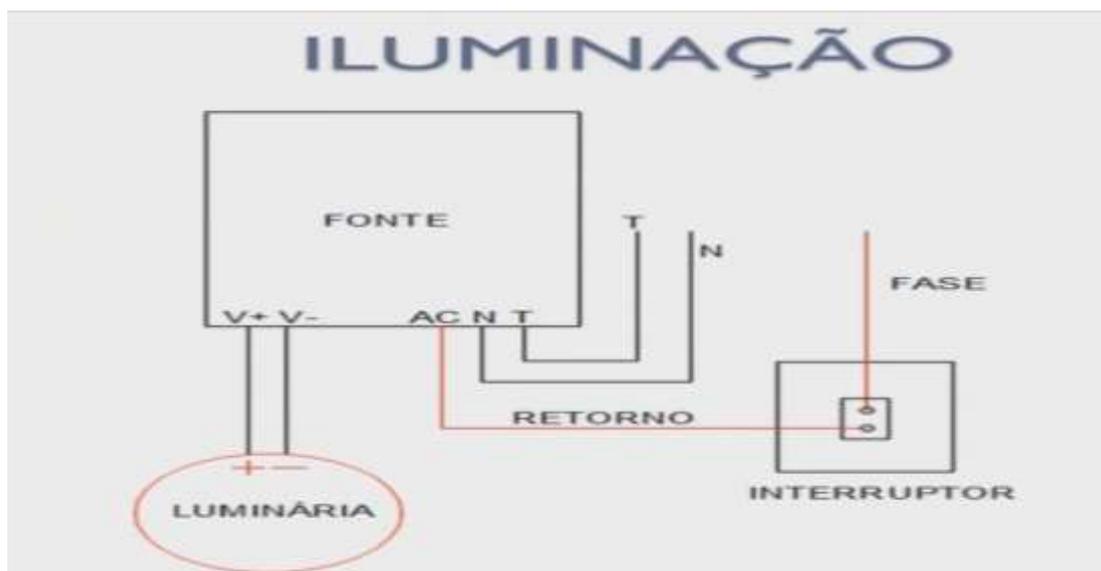


Figura 10: Ligação em TRS cc para iluminação de piscina

2.7.5 Coeficientes de Utilização e Simultaneidade

Os resultados globais na determinação da potência de uma instalação, devem ser ponderados por coeficientes de utilização ***K_u*** e por coeficientes de simultaneidade ***K_s***:

- O coeficiente de utilização ***K_u***, caracteriza o regime de funcionamento de um receptor, estabelecendo a relação entre a potência que se presume utilizada e a potência nominal instalada;

- O coeficiente de simultaneidade **Ks**, caracteriza o regime de funcionamento de uma instalação.

2.8. Sistema de segurança CCTV

O *Closed Circuit Television* (CCTV), em português Circuito Fechado de Televisão, é um dispositivo de videovigilância que visa a segurança de um espaço considerado crítico ou onde possa haver violação de espaço, com recurso a diversos tipos de câmaras. Os mais variados desenvolvimentos tecnológicos permitem hoje em dia ter sistemas CCTV a comunicar por cabo ou via wireless, com funcionalidades como reconhecimento facial, Video Content Analysis (VCA, Análise do Conteúdo do Vídeo), visão noturna e entre outras.

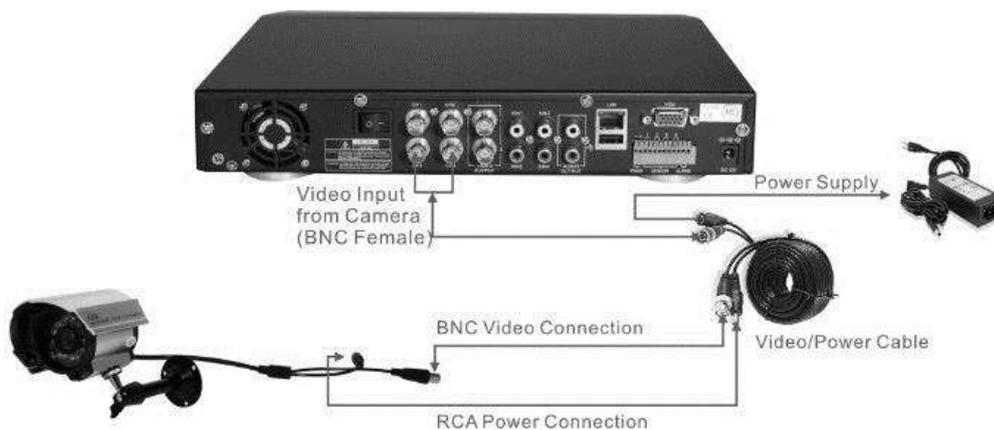


Figura 11: Esquema de ligação de um CCTV

2.9. Automação Residencial

Automatização é o campo da ciência que actua basicamente sobre o desenvolvimento de melhorias para determinadas funções, onde possibilite como o nome já indica, serem realizadas de maneira mais autônoma. Pode ser classificada cronologicamente em automação industrial, residencial e predial (JÚNIOR; CHAGAS; FERNANDES, 2003).

A domótica tem como característica a evolução dos meios de comunicação, principalmente para a transmissão sem fio, que enseja a interatividade dos diversos

equipamentos presentes nas residências sem a necessidade de cabeamentos, para que através dessa centralização possibilitem o controle, supervisão e reprogramação de maneira simples, para atender as necessidades do usuário, podendo por exemplo ser manipulada através de um smartphone (MURATORI; BÓ, 2013).

Alguns dos locais onde se pode encontrar a presença da domótica são em sistemas e instalações de: controle energético, monitoramento, alarmes de incêndio, controle de iluminação, sistemas de ar condicionados entre diversas outras áreas de aplicações (BRANDÃO, 2008).



Figura 12: Funcionalidades da domótica". (Fonte: Brandão)

Os dispositivos que possibilitam a implementação domótica através da *internet* das coisas podem ser expressos pelos: controladores, *hardwares* e sensores que serão a base estrutural da “inteligência” do sistema, da comunicação representada por protocolos e *drivers* que possibilitam a criação da rede sem fio e a parte física, aonde estarão presentes os actuadores, como por exemplo: motores, ar condicionados e lâmpadas (MILLER, 2015).

2.9.1. Componentes Eléctricos e Electrónicos

Um componente eléctrico ou electrónico pode ser definido como peça ou parte responsável por uma determinada função em um circuito, podendo ser fabricado de materiais denominados como: condutores, isolantes e semicondutores, sendo o último o de maior destaque nas confecções dos sistemas electrónicos (FUENTES, 2009).

2.9.1.1. Módulo Relé

O relé é um componente eléctrico que através da aplicação de uma corrente gera uma indução magnética realizando a movimentação de um contacto, servindo na maior parte

das vezes como um interruptor a distância, podendo realizar a integração de circuitos de alta potência com circuitos eletrônicos de correntes e tensão inúmeras vezes menores (MORIMOTO, 2016). Portanto a utilização de módulos relés na automatização é imprescindível, obtendo assim um método de baixo valor financeiro, afim de realizar a conexão entre um circuito eletrônico de baixa potência com um de corrente alternada, como é o caso do microcontrolador e seus componentes com a parte actuadora de tensões mais elevadas.

2.9.1.2. Expansor de Porta MCP 23017

O circuito integrado MCP23017 - CI Expansor de Porta Entrada/Saída I2C permite ao desenvolvedor expandir em até 16 portas de entrada/saída em seu projeto, ou seja, através dos pinos de I2C é possível expandir em mais 16 portas de uso geral, podendo ser configurado como entrada, saída ou entrada com um *pullup*.

2.9.2. Principais redes de comunicação de dados, rede de computador

A comunicação de dados é a ciência que estuda os meios e características de transmissão das informações, para isso são necessárias as redes, elementos responsáveis por criarem conexões entre diversos dispositivos, como por exemplo computadores, podendo ser expressas através de dois grandes grupos: redes que tem como características as interconexões de curto alcance, como por exemplo as residências (*LANs*) e por sua vez as que possibilitam as conexões remotas, podendo englobar países, denominadas *WANs*, porém ainda entre essas pode se acunhar uma rede de médio alcance, conhecida por abranger regiões metropolitanas conhecida por *MAN* (FOROUZAN, 2007).

As redes possuem diferentes modelos com características específicas, porém fundamentados em regulamentações que possibilitam o vínculo entre as mesmas, os dois principais modelos existentes actualmente são: O *modelo OSI* e a *Internet*.

Para se obter uma conexão confiável e eficiente são necessários os protocolos, conjuntos de regras padrões onde estarão concentradas as informações e dados.

Segundo (FOROUZAN, 2007) a junção de um emissor, uma mensagem que será transmitida por um meio (constituente físico que fará a conexão entre os pontos), um destinatário que receberá essa mensagem e o protocolo da conexão formaram a estrutura básica para que ocorra a comunicação de dados.

2.9.2.1. Wi-Fi

O funcionamento dos equipamentos de transmissão sem fio parte do princípio da propagação de dados através das ondas de rádio, esse conceito é conhecido como *Wireless*, que foi a base para criação do *Wi-Fi*, aplicação responsável pela transmissão de internet local sem a necessidade de cabos (BRANQUINHO; REGGIANI; ANDREOLLO, 2011).

Este método de transmissão teve início e padronização no final da década de 90, através do padrão *IEEE 802.11*, o qual proporcionou a sua expansão, tornando-se o mais utilizado para conectar os dispositivos móveis a rede de *Internet* nas residências da actualidade (LABIOD; AFIFI; SANTIS, 2007). Sendo assim a sua popularidade no ambiente doméstico o torna viável para a finalidade da domótica, gerando economia dos recursos estruturais e físicos.

2.9.2.2. Servidor Web

O *web server* ou servidor *web* em português, é um termo que engloba a parte física conhecida como *software* e o sistema operacional ou *hardware*, são as partes integrantes de um conjunto de armazenamento, transmissão e gerenciamento de dados. A parte física é compreendida por um provedor que irá armazenar arquivos, como é o caso de um computador que guarda informações e arquivos de uma determinada página da *internet*, já o *software* é a parte que comporta os componentes de controle virtual, composta pelos endereços (*URLs*), servidores *Hiper Text Transfer Protocol (HTTP)* entre outros protocolos e ferramentas necessárias para executar essa função (TEIXEIRA, 2004).

Podemos conceituar a funcionamento do servidor *web* através do exemplo de um acesso, que se iniciará com a pesquisa em um *browser*, após esse usuário definir o que necessita, a busca será realizada através do *software* que nesse caso será através do protocolo de transferência *HTTP*, que ao encontrar o item requisitado fará o acesso do mesmo no servidor físico e o enviara através de suas camadas.

2.9.3 Microcontroladores

Os microcontroladores são equipamentos programáveis de pequeno porte e de baixo custo, desenvolvidos para actuar sobre a administração de acções e eventos, é composto basicamente por uma unidade processadora, memórias, entradas e saídas,

controle temporal e conversores analógicos e digitais entre outros, que tem como função realizar acções de controle de maneira remota em sistemas embarcados.

Esse dispositivo segundo (SILVA, 2007) surgiu em meados da década de 70, criado por uma equipe da *Texas Instruments*, derivado dos então microprocessadores criados para realizar cálculos, posteriormente tomada de decisões, foi incorporado a memórias e outras arquiteturas através de um *chip*, evoluindo desde então e resultando no equipamento que conhecemos actualmente.

A característica integradora dos microcontroladores por terem ligações com os meios externos através das suas entradas e saídas os tornam muito práticos nas execuções de funções complexas, principalmente na automação e ou automatização, sua conectividade também é algo fundamental para explicar a grande difusão e aplicações desse aparato, resultando na capacidade de actuar junto a *internet*, apresentando-se como a melhor opções para desenvolver um sistema de controle e monitoramento integrando o com outros dispositivos, podendo servir de *host* para uma página *web*, que baseado em linguagens elementares como o *Hiper Text Markup Language* (HTML), possibilite o usuário manter a supervisão e gestão dos equipamentos integrados ao microcontrolador remotamente, além do potencial em realizar ajustes e parametrizações de maneira simples e eficiente.

2.9.3.1. Arduíno

O *Arduíno* possui um microprocessador *ATmega328* que conciliado com outros componentes constituem uma placa de microcontrolador, criada com o intuito de desenvolvimento, podendo ser definida com uma arquitectura aberta com relação aos seus projectos de programação, eléctricos e estruturais. Essas placas contem 14 entradas/saídas digitais. Possui 6 entradas analógicas. Além disso, o *Arduíno* contém um ressonador cerâmico, conectores *Universais Serials Bus* (USB) e *In-circuit Serial Programming* (ICSP), possui um cabo de energia e um botão reset (ARDUÍNO, 2019).

Essa ferramenta pode ser programada com o *hardware Integrated development Environment* (IDE), disponível no site do fabricante. O microcontrolador (ATmega328) presente nesse instrumento vem pré-gravado com um *bootloader* que permite fazer *upload* de novos códigos para ele sem o uso de um programador de *hardware* externo. Ele se comunica usando o protocolo STK500. O microcontrolador *Arduíno*, conforme pode ser visto na Figura 14, possui diversos acessórios que ampliam sua aplicação, como por exemplo, o vínculo com a *ethernet*, para isso é necessário o uso de módulos

que permitam a compatibilidade dessa plataforma com os protocolos e conexões da rede.



Figura 13: Arduíno Mega 2560 (Fonte: Arduino 2019)

2.9.3.2 *ESP32*

O microcontrolador *ESP32* foi projetado pela renomada empresa desenvolvedora de tecnologia *Espressif Systems*, teve sua apresentação no ano de 2016, e já vem sendo considerado como um dos mais robustos e notórios controladores do mercado, tendo como fortes características sua velocidade de processamento, acessibilidade e conectividade, evidenciando essa última principalmente pela sua inteligibilidade com a conexão *Wi-Fi* (KOLBAN, 2018).

O *ESP32* é constituído por um robusto processador que pode ser visualizado na Figura 15, foi projetado com um modelo que pode ser *single* ou *dual-core* de 32-bit (com dois núcleos físicos de processamento) que pode chegar a trabalhar com frequências de *clock* de até 240 MHz, além de contar com uma vantagem enorme com relação a sua capacidade de armazenamento sendo exponencialmente maior se comparada com a dos já consagrados microcontroladores *arduíno*, podendo chegar a ser o dobro tomando como base a memória *flash*, se comparada com o modelo ATmega 2560 (IBRAHIM, 2017).



Figura 14: Microcontrolador ESP32 (Fonte: Koban (2018))

Na Tabela 1 podemos observar algumas especificações do microcontrolador *ESP32*, comprovando sua superioridade com relação ao Arduíno:

Tabela 1: Especificações técnicas EPS32 (Kolban, 2018)

Especificações	Detalhes
Tensão	3.3V
Memoria RAM	520kb
Processador	Single/dual-core 32bit
GIPIOs	34
Entradas conversadoras Analogico/digital	7

A conectividade do *ESP32* é excelente apresentando dois módulos ímpares de integração, incorporados ao seu *chip*, com acesso a redes de transmissão sem fio, através de ondas de rádio, representadas pelo protocolo *bluetooth* e o mais conceituado e primordial *wi-fi* se denotando um dos poucos se não o único controlador de pequeno porte que reúne todas essas propriedades, as quais geram além de uma maneira econômica de se ter uma plataforma embarcada de alta empregabilidade, um enorme avanço para a automatização, que direcionando para a residencial, eleva os conceitos como o da domótica e da *internet* das coisas, tópicos muito abordados com a actual revolução da Tecnologia 4.0.

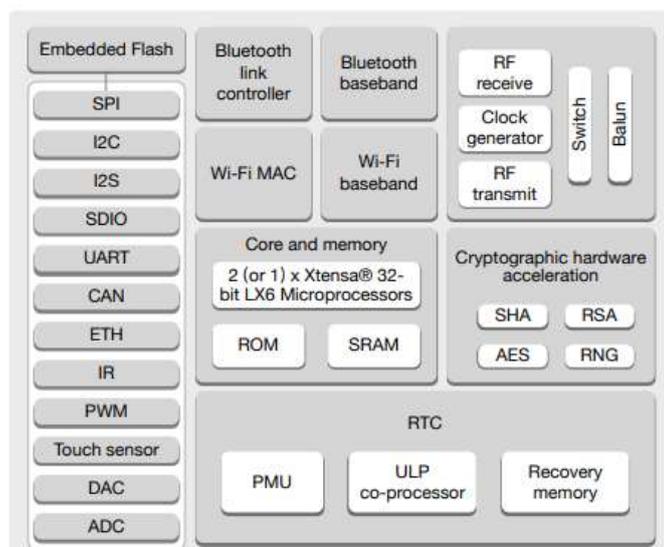


Figura 15: Diagrama de blocos do microcontrolador ESP32 (Fonte: Kolban, 2018)

2. 9. 4. Programação

Segundo (PEREIRA, 2015) a programação é tipificada por ser uma proposta que expresse um determinado ofício através de uma lógica, sendo dividida em várias ascendências sequenciais que possam serem aplicados a um equipamento ou máquina. Para a transformação de um problema em programação é necessário agrupar as causas, para então buscar as resolver de maneira concisa, organizando as causas e soluções de forma proveitosa, por fim traduzir todas as chaves encontradas para uma linguagem que seja compreendida pela máquina aonde se vai actuar.

A programação é fragmentada em diversos tipos de linguagens que possuem suas peculiaridades, bem como vantagens e dispêndios, a precursor da programação foi o *Assembly*, actualmente existem variadas línguas programáticas, como por exemplo: *Javascript*, *Java*, *Python*, *C/C++* entre outras, através disso SEBESTA (2011) destaca que é importante buscar a melhor forma para expressar de maneira concisa e bem concebida as ideias de resolução, sendo necessário para isso o amplo conhecimento dos ramos da programação, o que fará com que se poupe tempo, memória e processamento dos controladores.

A linguagem de programação C++ é o resultado da implementação da linguagem C, e vem se tornando uma das mais propagadas no meio dos microcontroladores, devido sua possibilidade de trabalhar com altos e baixos níveis e principalmente por apresentar um bom grau didático, bem como a *Javascript* que representa uma evolução baseada na

sua estrutura, que tornou o desenvolvimento *Web* tangível através do modo inovador de apresentar conteúdos interativos e animados (DEITEL; DEITEL, 2010).

Linguagem de programação C/C++

A linguagem de programação C++ teve sua fundamentação na linguagem C, que por sua vez é fruto da transformação das anteriores principalmente da *Basic Combined Programming Language (BCPL)*, que foi concebida na década de 80 através de estudos e aperfeiçoamentos empregados por *Stroustrup*, é baseada na programação orientada a objectos, que possibilita através dos recursos, conhecidos como objectos a representação e modelação do mundo real para a programação, facilitando a criação, aprimoramento e correcção das programações.

Segundo (DEITEL, 2006) os programas em linguagem C++ além da linguagem propriamente dita, ainda possuem duas estruturas essenciais que os tornam inerentes, conhecidas como classes e funções, que estão comportadas nas bibliotecas, esses utensílios quando usados como fundamentação reduzem o tempo necessário para aprendizagem que se levaria em outras linguagens.

Capítulo III. Dimensionamento da Instalação Eléctrica Residencial

3.1. Memória descritiva e justificativa



Figura 16: Residência em estudo (Fonte: Arquitecto Samuel)

O presente capítulo destina-se a apresentação dos cálculos necessários para confecção da instalação eléctrica na residência em estudo no bairro de Mateque, *Fao*. A residência é composta de 3 pisos, respectivamente, o piso 1 possui uma cave de área igual a $26,765\text{m}^2$, o piso 2 que corresponde a superfície RC possui uma área de $512,24\text{m}^2$ composta por três quartos dentre os quais um é suite, dois corredores, um de acesso as escadas, outro de acesso aos quartos, uma cozinha, sala de estar/jantar, duas varandas e duas casas de banho, o terraço possui uma área de $216,49\text{m}^2$ composta por um quarto suite e uma copa cozinha (Fig.16).

A instalação eléctrica será alimentada pela concessionaria de energia eléctrica EDM através de um cabo subterrâneo a ser colocado num tubo VD até ao alcance da residência cujo comprimento total estimado é de 20m, distância que corresponde a partir da rua até ao corredor da casa onde se situa o quadro de entrada. Este por sua vez terá três saídas, para alimentar três quadros distintos que compõem os circuitos para alimentação de toda a carga da residência, de modo a permitir que em cada piso, possa se fazer o comando das protecções a partir do próprio piso, sem haver necessidade de se deslocar para o quadro principal no RC, onde há maior concentração de carga.

3.2. Cálculo da Potência contratada

No apêndice 13.57 é apresentado o mapa de cargas com o cálculo das potências contratadas com base no critério de área do Art. 435.º do RSIUEE (anexo 3-4), onde obteve-se uma potência de 27,6 kVA (40A / 400 V).

3.2.1. Cálculo do alimentador da rede

O tipo de cabo proposto para alimentação da caixa de coluna partindo do poste até a varanda da residência é o mais comumente usado VAV de cobre, com grande aplicação nas canalizações de baixa tensão, com isolamento a PVC, a ser instalado no subterrâneo. O comprimento estimado é a distância da rua até ao quadro estimado no valor de $L = 20\text{m}$; Temperatura ambiente para o solo de 20°C ; temperatura máxima em regime permanente de 70°C ; O factor de correção para temperatura do solo é 1 e factor de correção para afastamento entre condutor cabo também é de 1 (tabela em anexo). Primeiro vamos calcular a corrente de serviço, tendo-se o seguinte:

$$I_s = \frac{S_{\text{contratada}}}{U}$$
$$I_s = \frac{27\,600}{\sqrt{3} \times 400} = 39,837 \text{ A}$$

Portanto consultando a tabela teremos um ramal de secção $S = 10\text{mm}^2$; $I_z = 50\text{A}$.

3.2.2. Dimensionamento da Protecção

Fusível

A protecção do ramal de entrada será feita por um fusível na portinhola do tipo Gg (protecção contra sobrecarga e curto-circuito), considerando a corrente de serviço de $I_s = 39,837\text{A}$, teremos, $I_N = 40\text{A}$; $I_f = 64\text{A}$.

Curto-circuito

$$I_{cc} = \frac{U}{R_M + R_j} = \frac{400}{0,0225 \times \frac{20}{10}} = 8\,888,88 \text{ A}$$

Queda de tensão

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{S \times U_c} = \frac{\sqrt{3} \times 0,0225 \times 20 \times 39,837}{10 \times 400} = 0,00776$$

Verificação das condições

$$S \geq S_{min} - \text{satisfeito}$$

$$\Delta u < \Delta U_{max} - \text{satisfeito}$$

$$I_s < I_N < I_Z - 39,837 < 40 < 50 - \text{satisfeito}$$

$$I_f < 1,45 I_Z - 64 < 72,5 - \text{satisfeito}$$

$$\sqrt{t} < k \frac{S}{I_{cc}} = \sqrt{115 \times \frac{10}{8\,888,88}} = 0,359, \text{ para } t \leq 5 - \text{satisfeito}$$

3.3. Cálculo da Potência instalada

O dimensionamento dos circuitos parciais da instalação eléctrica é feito com base na potência instalada, isto é, o estabelecimento dos circuitos da residência e o dimensionamento das protecções (apêndice 14.58), apresentados neste subcapítulo, para cada piso.

3.3.1. Piso 1 - Cave

3.3.1.1. Tomada de uso geral

Considerando uma potência instalada de 100W para cada tomada de uso geral, fez-se a distribuição das tomadas e o respectivo cálculo de potência.

Esta previsto para cave a instalação de 3 tomadas de uso geral, tendo-se o seguinte:

$$P_{TUG1} = 3 \times 100 \text{ VA} = 300W$$

$$S_{TUG1} = \frac{P_{TUG1}}{\cos \theta} = \frac{300}{0,85} = 375VA$$

3.3.1.2. Tomada de uso específico

Para garantir melhores condições de ventilação na cave é previsto uma tomada de AC. A sala onde esta prevista possui uma área de 27,765m², portanto a potência será calculada pela equação 13 e escolhida a potência tabelada imediatamente superior.

$$P_{BTU} = 800 \times A = 800 \times 27,765 = 22\,212 \text{ BTU}$$

$$P_{BTU} = 24\,000 \text{ BTU}$$

Consultando o catálogo nos anexos, teremos uma potência eléctrica de 2170W, factor de potência igual a 1.

3.3.1.3. Iluminação

Esta previsto para iluminação a instalação de 8 pontos de luz de cada luminária proposta para instalação (*downlights* de 5W), tendo-se o seguinte:

$$S_{IL} = 8 \times 5 = 40 VA$$

O relatório do cálculo luminotécnico (tipo de luminária, altura de montagem, plano de trabalho e o nível mínimo de luminância para cada ambiente é apresentado nos apêndices (A12.12 - A12.56)

3.3.1.4. Dimensionamento do descarregador de sobretensão

A tensão de descarga será dada por: $U_d = 1,1 \times U = 1,1 \times 230 = 253V$.

A classe de protecção será de classe II e $I_N = 20kA$; $I_{max} = 40kA$.

3.3.1.5. Interruptor diferencial residual

O quadro será composto de um IDR geral de 300mA 2 polos de 25A correspondente ao valor imediatamente superior do corte geral.

3.3.2. Piso 2 - RC

3.3.2.1. Tomadas de uso geral

Esta prevista para o piso 2, nove TUG para sala de jantar e de estar, sete TUG para Cozinha, uma TUG para varanda traseira, uma TUG para o corredor central, uma TUG para o corredor de entrada, duas TUG quarto 1, duas TUG quarto 2, oito TUG quarto 3, sendo o total de número de tomadas de uso geral 31 em 4 circuitos distintos para alimentação de cada uma delas. A localização das mesmas é apresentada na planta nos apêndices.

$$P_{TUG2} = 31 \times 100 = 3100W$$

Portanto, para evitar o sob dimensionamento deve-se considerar um factor de simultaneidade e de utilização, consultando a tabela em anexo dos factores de simultaneidade teremos para todos os cômodos excepto cozinha:

$$K_s = 0,1 + \frac{0,9}{N} = 0,1 + \frac{0,9}{4} = 0,325$$

$$S_{TUG} = 2400 \times 0,325 = 780W$$

Para cozinha $k_s = 0,7$; $k_u = 0,75$

$$S_{TUG} = (7 \times 100) \times 0,7 \times 0,75 = 367,5 W$$

Portanto, teremos:

$$S_{TUG2} = 780 + 367,5 = 1\,147,5 W$$

$$S_{TUG2} = \frac{P_{TUG2}}{\cos \theta} = \frac{1\,147,5}{0,85} = 1350 VA$$

3.3.2.2. Tomadas de uso específico

As potências das tomadas de uso específico correspondem aos dos equipamentos que visam alimentar, as tomadas previstas são: três tomadas de AC's, uma tomada do fogão eléctrico, uma tomada de bomba de água, uma tomada da bomba da piscina, uma tomada de máquina de lavar e uma tomada do termoaquecedor.

Ar condicionado

Sala de estar/jantar

Para uma área de 56,62m², a potência prevista para o AC será calculada pela seguinte formula:

$$P_{BTU} = 800 \times A$$

$$P_{BTU} = 800 \times 56,62 = 45\,296 BTU$$

$$P_{BTU} = 48000 BTU$$

Consultando o catálogo dos AC, teremos:

$$S_{AC1} = 4\,340,74 VA$$

Bomba de água 1

Para o dimensionamento da bomba de água primeiramente vamos calcular a vazão necessária para encher um tanque de água de 3000l em 1,5h donde teremos:

$$Q = \frac{3000}{1,5} = 2000 l/h$$

De seguida vamos calcular a altura manométrica total, vamos considerar $H_{sucção} = 1m$; $H_{recalque} = 7m$ (distância que corresponde a altura máxima da residência), $CT = 32m$ (Distância que parte da rua até todo o comprimento da casa); $fp = 9,9\%$ (tabela em anexo), portanto teremos:

$$H_{manométricatotal} = 1 + 7 + 3 \times 9,9 + 5\% final = 8,712 m. c. a$$

Consultando o catálogo da General, teremos:

Modelo: FM-50; $P = 0,37kW$; $Q = 2000l/h$; $H_{manométricatotal} = 10 m. c. a$

Dimensionamento da protecção

Disjuntor motor da bomba de água

$$P_{e1} = 370W$$
$$I_{b1} = \frac{S_1}{U} = \frac{370}{230} = 1,6A$$

Considerando uma corrente de arranque para bomba de 6In, pode se escolher um disjuntor motor de 10A, faixa de ajuste e disparo magnéticos instantâneo nos anexos.

Bomba da piscina

Para o bombeamento da piscina primeiro vamos calcular a vazão, para tal precisamos calcular o volume, para um comprimento de 7,3m; Largura de 3,6 e altura de 1,23m (dados da planta).

$$V = c \times l \times h = 7,3 \times 3,6 \times 1,23 = 32,32m^3$$

Para um tempo de 2h para encher o volume da piscina, teremos pra vazão

$$Q = \frac{32,32}{2} = 16,16m^3/h$$

Consultando o mesmo catálogo, para o valor da vazão teremos uma bomba modelo Jaguar 75M de 0,82 kW; $H_{manométricatotal} = 6 m. c. a$.

Dimensionamento da protecção

Disjuntor motor da bomba da piscina

$$P_{e1} = 820W$$
$$I_{b2} = \frac{S_1}{U} = \frac{820}{230} = 3,565A$$

Considerando uma corrente de arranque para bomba de 6In, pode se escolher um disjuntor motor de 10A, faixa de ajuste e disparo magnéticos instantâneo nos anexos.

Máquina de Lavar

A máquina de lavar escolhida foi a de médio porte com uma capacidade de carga de roupa de 8kg tendo uma potência máxima de 2400W (anexo).

Fogão Eléctrico e forno

O forno eléctrico escolhido possui 2 bocas e um forno de 30 litros com uma potência total de 3200W.

Somando todas as potências do TUE teremos:

$$P_{TUE} = 4340,74 + 1\ 085 \times 3 + 370 + 820 + 2400 + 3200 = 14\ 385,74W$$

3.3.2.3. Iluminação

A iluminação escolhida consiste de downlights num total de 84 cada a 5W, 100m de fitas leds de 5W, a instalar uma na sala no tecto outra no rodapé, no pilar da varanda e nas escadas de acesso ao 1º andar e a cave; 2 luminarias do tipo copo cada 18W, 19 pontos de luz de iluminação exterior consistem de *up and down lights* de 8W, duas leds de 50W para iluminar o jardim (relatório de cálculo luminotécnico nos apêndices A12.12 - A12.56). Para o cálculo da potência basta somar.

$$P_{IL} = 84 \times 5 + 5 \times 5 + 2 \times 18 + 2 \times 50 + 19 \times 8 = 733W$$

$$S_{IL} = 733VA$$

$$S_2 = S_{TUG} + S_{TUE} + S_{IL} = 1\ 350 + 14\ 385,74 + 733 = 16\ 468,74W$$

3.3.2.4. Dimensionamento do alimentador do Piso 2 (RC)

$$I_s = \frac{S_2}{\sqrt{3} \times U} = \frac{16\ 468,74}{\sqrt{3} \times 400} = 23,77A$$

Parâmetros condicionantes

$$S_{min} = 4mm^2$$

$$\Delta U_{máx} = 8V \text{ (corresponde 2\% da tensão de 400V)}$$

Canalização eléctrica

O tipo de cabo proposto é o mais comumente usado PBT com isolamento a PVC. O comprimento previsto será a distância da caixa de coluna até o quadro eléctrico do RC, estimado no valor de $L = 0,5m$; Temperatura ambiente considerada de $30^\circ C$; temperatura máxima em regime permanente de $70^\circ C$; O factor de correção para temperatura de ar livre é 1 e factor de correção para afastamento entre cabos também é de 1 (tabela em anexo).

Cálculo da corrente fictícia

$$I_{fict} = \frac{I}{K_1 \times K_2} = \frac{23,77}{1 \times 1} = 23,77A$$

Secção do conductor

A secção do conductor consultado a tabela deve ser de:

$$I_z = 36A; S = 6mm^2$$

3.3.2.5. Dimensionamento do descarregador de sobretensão

A tensão de descarga será dada por: $U_d = 1,1 \times U = 1,1 \times 230 = 253V$.

A classe de protecção será de classe II e $I_N = 20kA$; $I_{max} = 40kA$.

3.3.2.6. Interruptor diferencial residual

O quadro será composto de um IDR geral de 300mA, 40A correspondente ao valor imediatamente superior do corte geral. Teremos outro na cozinha, casa de banho, e piscina será composto de 30mA 25A

3.3.3. Piso 3 – 1º andar

3.3.3.1. Tomadas de uso geral

Esta previsto para o piso 3 a instalação de nove tomadas de uso geral, dos quais duas são da copa-cozinha em dois circuitos distintos, tendo-se o seguinte:

$$P_{t2} = 9 \times 100 = 900W$$

Considerando o factor de simultaneidade teremos:

$$K_s = 0,1 + \frac{0,9}{N} = 0,1 + \frac{0,9}{2} = 0,55$$

$$P_{t2} = 7 \times 100 \times 0,55 = 385W$$

Para cozinha $k_s = 0,7$

$$P_{copa-cozinha} = 200 \times 0,7 = 140W$$

$$P_{TUG} = 385 + 140 = 525W$$

$$S_{TUG2} = \frac{P_{TUG2}}{\cos \theta} = \frac{525}{0,85} = 617,64 VA$$

3.3.3.2. Tomadas de uso específico

AC – Ar condicionado

Esta previsto um AC para o quarto 4, possui uma área de 5,132m², portanto a potência será de 12000BTU's, 1085W. Considerando factor de potência igual a 1 teremos, $S_{AC2} = 1\ 085\ VA$

Termoaquecedor

O termoaquecedor escolhido possui 500litros e uma potencia de $P = 3000W$.

$$S_{TUE} = 1\ 085 + 3000 = 4\ 085\ VA$$

3.3.3.3. Iluminação

Esta previsto para iluminação a instalação de 15 pontos de luz dentro da residência e 13 no terraço conforme é apresentado na planta, tendo-se o seguinte para cada tipo de luminaria:

$$P_{I2} = 15 \times 5W + 25 \times 8W = 275\ W; S = 275VA$$

Somando todas as potências teremos:

$$S_3 = 617,64 + 4085 + 275 = 4\ 977,64VA$$

3.3.3.4. Dimensionamento do alimentador para piso 3

$$I = \frac{S_3}{U}$$
$$I = \frac{4\ 977,64}{230} = 21,63A$$

Parâmetros condicionantes

$$S_{min} = 4mm^2;$$

$$DU_{máx} = 8V \text{ (corresponde a 2 \% da tensão simples de 400V)}$$

Canalização eléctrica

O tipo de cabo proposto é o mais comumente usado PBC com isolamento a PVC de cobre, que será embebido no tecto directo para o 1º andar. O comprimento estimado corresponde a distância da caixa de coluna até o quadro eléctrico do 1º andar, estimado no valor de $L = 18,019m$; Temperatura ambiente considerada de 30°C; temperatura máxima em regime permanente de 70°C; O factor de correção para temperatura de ar

livre é 1 e factor de correcção para afastamento entre cabos no tecto é de 0.95 (tabela em anexo)

Cálculo da corrente fictícia

$$I_{fict} = \frac{I}{K_1 + K_2} = \frac{21,63}{1 \times 0,95} = 22,77A$$

Secção do condutor

A secção do condutor consultado a tabela deve ser de:

$$I'_z = 28A; S = 4mm^2; I_z = 1 \times 0,95 \times I'_z = 26,6A$$

3.3.3.5. Dimensionamento do descarregador de sobretensão

A tensão de descarga será dada por: $U_d = 1,1 \times U = 1,1 \times 230 = 253V$.

A classe de protecção será de classe II e $I_N = 20kA$; $I_{max} = 40kA$.

3.3.3.6. Interruptor diferencial residual

O quadro será composto de um IDR geral de 300mA 4 polos de 25A correspondente ao valor do corte geral. Teremos também na copa cozinha e casa de banho de 30mA 25A.

3.4. Dimensionamento do alimentador da caixa de coluna

Parâmetros condicionantes

$S_{min} = 6mm^2$;

$\Delta U_{máx} = 4V$ (corresponde 1% da tensão composta de 400V)

$$S_{Geral} = S_1 + S_2 + S_3 = 2\,585 + 16\,468,74 + 4\,977,64 = 24\,031,38 VA$$

$$I_s = \frac{S_{Geral}}{\sqrt{3} \times U}$$

$$I_s = \frac{24\,031,38}{\sqrt{3} \times 400} = 34,686A$$

Secção necessária para o aquecimento em Regime permanente

Cálculo da corrente fictícia

$$I_{fict} = \frac{I}{K_1 \times K_2} = \frac{34,686}{1 \times 1} = 34,686A$$

Secção do conductor

A secção do condutor consultado a tabela deve ser de

$$I_z = 50A; S = 10mm^2$$

3.4.1. Dimensionamento da protecção

Disjuntor de corte geral

Considerando a corrente de serviço previamente calculada, teremos:

$$I_s = 34,686A; I_N = 40A; I_f = 52A; I_z = 50A$$

Curto-circuito

$$I_{cc} = \frac{U}{R_j + R_M} = \frac{400}{0,045 + 0,0225 \times \frac{0,5}{10}} = 8\,672,08A$$

Queda de tensão

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I}{S \times U_c} = \frac{\sqrt{3} \times 0,0225 \times 0,5 \times 36,5}{10 \times 400} = 0,00177$$

Verificação das condições

$$S > S_{min} - \text{satisfeito}$$

$$\Delta u < \Delta U_{max}$$

$$I_s < I_N < I_z - 36,5 < 40 < 50 - \text{satisfeito}$$

$$I_f < 1,45 I_z - 52 < 72,5 - \text{satisfeito}$$

$$\sqrt{t} < k \frac{S}{I_{cc}} = \sqrt{115 \times \frac{10}{8672,08}} = 0,364; \text{ para } t \leq 5 - \text{satisfeito}$$

3.4.2. Dimensionamento do descarregador de sobretensão

A tensão de descarga será dada por: $U_d = 1,1 \times U = 1,1 \times 400 = 440V$.

A classe de protecção será de classe I e $I_N = 20kA; I_{max} = 40kA$.

3.5. Dimensionamento do sistema de aterramento

Para obter-se os valores de resistência desejados ($R < 10\Omega$), o sistema de aterramento escolhido é o sistema em triângulo, em que as hastes de aterramento são espaçadas igualmente formando um triângulo equilátero por uma distância mínima de 2m. O valor

de resistividade utilizado corresponde aos de terra de jardim com 50% de humidade (anexo 6) $\rho = 140\Omega$.

Primeiro efectuaremos o cálculo da resistência do sistema de aterramento pela seguinte fórmula:

$$R_{1h} = \frac{\rho a}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d}$$

Sendo $L = 2,4\text{m}$; $d = \frac{1}{2} \cdot 2,54 \cdot 10^{-2}$ e $\rho \cdot a = 140\Omega \cdot \text{m}$, teremos:

$$R_{1h} = \frac{\rho a}{2\pi \cdot 2,4} \ln \frac{4 \cdot 2,4}{\frac{1}{2} \cdot 2,54 \cdot 10^{-2}} = 0,439 \rho a$$

$$R_{1h} = 61,46\Omega$$

De seguida obteremos o valor k , consultando o gráfico, teremos:

$$K = 0,46; R_{eq1} = K \cdot R_{1haste} = 0,46 \cdot 61,46 = 28,2716\Omega$$

Portanto o valor é maior que 10, significando que 3 hastes em triângulo são insuficientes para obtenção do valor de resistência desejado, portanto propõe-se o uso de 3 triângulos, isto é, 9 hastes. Considerando uma relação de proporcionalidade entres os triângulos para as 9 hastes teremos

$$R_{eqfinal} = \frac{R_{eq1}}{3} = 9,42\Omega$$

A resistência final do sistema de aterramento é de $9,42\Omega$, satisfazendo a condição de ser menor que 10.

3.6. Automação Residencial

3.6.1. Circuito

O circuito a ser aplicado para automação corresponde aproximadamente a figura abaixo, onde deverá ser instalado no seu respectivo quadro, possui uma fonte de corrente contínua de 5v, que alimentará o microcontrolador *ESP32*, o expansor de porta *MCP23017* e os 16 relés que teremos ligados a saída do expansor de porta que por sua vez irão alimentar os respectivos circuitos que visam comandar.

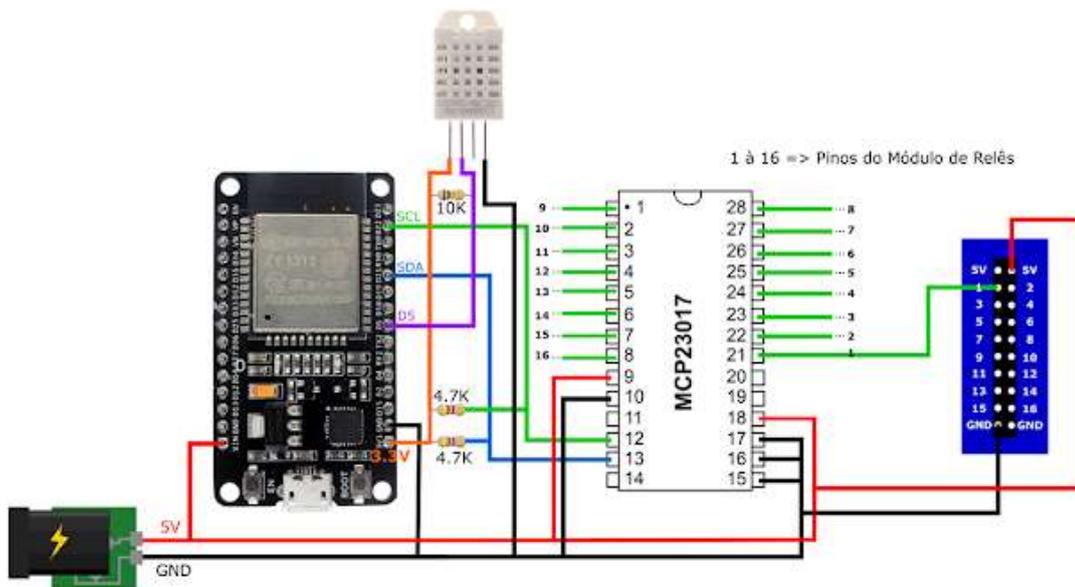


Figura 17: Circuito de automação residencial (Fonte: Fernando Koyonagi)

3.6.2. Código fonte na *IDE*

Primeiro vamos incluir as bibliotecas necessárias e definir o endereço i2c do MCP23017, bem como dos registradores.

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <WebServer.h>
#include <SimpleDHT.h>
#include <Wire.h>
#include <FS.h>
#include <SPIFFS.h>

//endereço I2C do MCP23017
#define MCP_ADDRESS 0x20
//ENDEREÇOS DE REGISTRADORES
#define GPA 0x12 // DATA PORT REGISTER A
#define GPB 0x13 // DATA PORT REGISTER B
```

```

#define IODIRA 0x00 // I/O DIRECTION REGISTER A
#define IODIRB 0x01 // I/O DIRECTION REGISTER B
#define PINS_COUNT 16 //Quantidade total de pinos
#define DATA_PATH "/pin_data.bin" //Arquivo onde serão salvos os status dos pinos
#define DHTPIN 5 //Pino one está o DHT22

```

Temos aqui as variáveis que envolvem *ssid*, senha e *IP*. Criamos um server na porta padrão e apontamos o objeto que faz a leitura de temperatura e umidade. Temos ainda as variáveis para guardar esses valores lidos. Seguimos guardando o estado das duas portas do MCP23017 e executamos o controle do temporizador do *Watchdog*.

```

const char *ssid = "TesteESP";
const char *password = "12345678";
const char *ip = "192.168.0.154 ";

//Criamos um server na porta padrão o http
WebServer server(80);

//Objeto que faz a leitura da temperatura e umidade
SimpleDHT22 dht;

//Variáveis para guardar os valores de temperatura e umidade lidos
float temperature = 0;
float humidity = 0;

//Guarda o estado atual das duas portas do MCP23017 (8 bits cada)
uint8_t currentValueGPA = 0;
uint8_t currentValueGPB = 0;

//faz o controle do temporizador do watchdog (interrupção por tempo)
hw_timer_t *timer = NULL;

```

ESP32_WebServer.ino - setup

Inicializamos os valores dos pinos do MCP23017, e tratamos da inicialização também do *SPIFFS* e do *WiFi*. Definimos que, sempre que recebermos uma requisição na raiz do *webserver*, a função *handleRoot* será executada. Inicializamos ainda o *server* e o *watchdog*.

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  //Inicializa os valores dos pinos do MCP23017
  setupPins();
  //Tenta inicializar SPIFFS
  if(SPIFFS.begin(true))
  {
    loadPinStatus();
  }
}

```

```

}
else
{
  //Se não conseguiu inicializar
  Serial.println("SPIFFS Mount Failed");
}
//inicializa WiFi
setupWiFi();
//Sempre que recebermos uma requisição na raiz do webserver
//a função handleRoot será executada
server.on("/", handleRoot);
//Se recebermos uma requisição em uma rota que nao existe
server.onNotFound(handleNotFound);
//Inicializa o server
server.begin();
//Inicializa o watchdog
setupWatchdog();
}

```

ESP32_WebServer.ino – setupPins

Inicializamos o *Wire* nos pinos SDA e SCL padrões do *ESP32* e apontamos a velocidade de comunicação. Configuramos, então, todos os pinos das duas portas do MCP23017 como saída.

```

void setupPins()
{
  //Inicializa o Wire nos pinos SDA e SCL padrões do ESP32
  Wire.begin();
  //Velocidade de comunicação
  Wire.setClock(200000);
  //Configura todos os pinos das duas portas do MCP23017 como saída
  configurePort(IODIRA, OUTPUT);
  configurePort(IODIRB, OUTPUT);
}

```

ESP32_WebServer.ino – readDHT

Temos aqui uma função para recuperar o estado atual dos pinos no arquivo para que estes permaneçam após um eventual *reboot*.

```

void loadPinStatus()
{
  //Abre o arquivo para leitura
  File file = SPIFFS.open(DATA_PATH, FILE_READ);
  //Se arquivo não existe
  if(!file)
  {
    //Na primeira vez o arquivo ainda não foi criado

```

```

Serial.println("Failed to open file for reading");
//Coloca todos os pinos das duas portas do MCP23017 em LOW
writeBlockData(GPA, B00000000);
writeBlockData(GPB, B00000000);
return;}
//Faz a leitura dos valores
file.read(&currentValueGPA, 1);
file.read(&currentValueGPB, 1);
//fecha o arquivo
file.close();
//Envia os valores para o MCP23017
writeBlockData(GPA, currentValueGPA);
writeBlockData(GPB, currentValueGPB);
}

```

ESP32_WebServer.ino – setupWiFi

Nesta etapa, colocamos como modo station e conectamos à rede. Configuramos o *IP* e exibimos este endereço para abrir no navegador.

```

void setupWiFi()
{
//Coloca como modo station
WiFi.mode(WIFI_STA);
//Conecta à rede
WiFi.begin(ssid, password);
Serial.println("");
//Enquanto não conectar
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
delay(500);
Serial.print(".");
}
//Se chegou aqui está conectado
Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(ssid);
//Configura o IP
IPAddress ipAddress;
ipAddress.fromString(ip);
WiFi.config(ipAddress, WiFi.gatewayIP(), WiFi.subnetMask());
//Exibe o endereço de IP para abrir no navegador
Serial.print("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}

```

ESP32_WebServer.ino – WatchDog

Aqui temos a função que o temporizador irá chamar para reiniciar o ESP32, bem como a função que configura o temporizador.

```

void IRAM_ATTR resetModule() {
  ets_printf("(watchdog) reboot\n");
  esp_restart(); //reinicia o chip;
}

//função que configura o temporizador
void setupWatchdog()
{
  timer = timerBegin(0, 80, true); //timerID 0, div 80
  //timer, callback, interrupção de borda
  timerAttachInterrupt(timer, &resetModule, true);
  //timer, tempo (us), repetição
  timerAlarmWrite(timer, 5000000, true);
  timerAlarmEnable(timer); //habilita a interrupção //enable interrupt
}

```

ESP32_WebServer.ino – loop

No *Loop*, temos a função que reseta o temporizador (alimenta o *watchdog*) e a que verifica se existe alguma requisição.

```

void loop() {
  //reseta o temporizador (alimenta o watchdog)
  timerWrite(timer, 0);
  //Verifica se existe alguma requisição
  server.handleClient();
}

```

ESP32_WebServer.ino – handleRoot

Nesta fase, verificamos se a montagem recebeu argumentos na requisição e executamos uma ação. Fazemos a leitura de temperatura e umidade, geramos o *html* e o enviamos. Por fim, salvamos o *status* dos pinos para voltar assim no próximo *reboot*.

```

void handleRoot()
{
  //Se recebeu argumentos na requisição
  if(server.args() > 0)
  {
    //Executa a ação (on ou off) no pino do argumento
    execute(server.argName(0), server.arg(0));
  }
  //Faz a leitura da temperatura e umidade
  readDHT();
  //Gera o html e o envia
  String html = "<html>";
  html.concat(head());
  html.concat(body());
  html.concat("</html>");
  server.send(200, "text/html; charset=UTF-8", html);
  //Salva o status dos pinos para voltar assim no próximo reboot
}

```

```
    savePinStatus();
}
```

ESP32_WebServer.ino – savePinStatus

Aqui trabalhamos com a função para salvar o estado atual dos pinos em arquivo para que este permaneça após um eventual reboot.

```
void savePinStatus()
{
    //Abre o arquivo para escrita
    File file = SPIFFS.open(DATA_PATH, FILE_WRITE);
    //Se não conseguiu abrir/criar o arquivo
    if(!file)
    {
        Serial.println("Failed to open file for writing");
        return;
    }
    //Escreve os valores dos pinos no começo do arquivo
    file.seek(0);
    file.write(&currentValueGPA, 1);
    file.write(&currentValueGPB, 1);
    //Fecha o arquivo
    file.close();
}
```

ESP32_WebServer.ino – handleNotFound

Já esta função serve para enviar para o navegador a informação que a rota não foi encontrada.

```
void handleNotFound()
{
    server.send(404, "text/plain", "Not Found");
}
```

ESP32_WebServer.ino – execute

Esta, executa a ação junto ao valor (número do relé).

```
void execute(String action, String value)
{
    //Se é uma das duas ações que esperamos
    if(action == "on" || action == "off")
    {
        //Os relês são numerados a partir do 1, mas o array começa do 0
        //então tiramos 1
        int index = value.toInt() - 1;
        int status = action == "on" ? HIGH : LOW;
        digitalWriteMCP(index, status);
    }
}
```

```
}  
}
```

ESP32_WebServer.ino – head

Retornamos o cabeçalho da página com a informação do tempo para atualizar a página sozinha e a aparência.

```
String head()  
{  
  return (F("<head>"  
    "<meta name='viewport' content='width=device-width, initial-scale=1.0'"  
    "<meta http-equiv='refresh' content='10;URL=/'>" //refresh a cada 10 segundos  
    "<style>"  
      "body{"  
        "text-align: center;"  
        "font-family: sans-serif;"  
        "font-size: 14px;"  
      "}"  
      "p{"  
        "color:#555;"  
        "font-size: 12px;"  
      "}"  
      ".button{"  
        "outline: none;"  
        "display: block;"  
        "border: 1px solid #555;"  
        "border-radius:18px;"  
        "width: 150px;"  
        "height: 30px;"  
        "margin: 10px;"  
        "margin-left: auto;"  
        "margin-right: auto;"  
        "cursor: pointer;"  
      "}"  
      ".button_off{"  
        "background-color:#FFF;"  
        "color: #555;"  
      "}"  
      ".button_on{"  
        "background-color:#2C5;"  
        "color: #fff;"  
      "}"  
    "</style>"  
    "</head>"));  
}
```

ESP32_WebServer.ino – body

Agora, esta função exibe os dados dos sensores e cria os botões, sendo um para cada pino que possui um relé.

```
String body()
{
  String b = "<body>"
  "<p>Temperature: " + String(temperature) + " °C</p>"
  "<p>Humidity: " + String(humidity) + "%</p>";

  //Cria um botão para cada pino que possui um relê
  for(int i=0; i<PINS_COUNT; i++)
  {
    b.concat(button(i));
  }
  b.concat("</body>");

  return b;
}
```

ESP32_WebServer.ino – button

Temos aqui a criação de um botão com a aparência e acção correspondente ao estado actual do relé.

```
String button(int number)
{
  String label = String(number + 1);
  String className = "button ";
  className += getPinsStatus(number) == HIGH ? "button_on" : "button_off";
  String action = getPinsStatus(number) == HIGH ? "off" : "on";
  return "<button class=\"" + className + "\"onclick=\"" + location.href + "?" + action + "\" =\" + label + "\">\" +
  label + "</button>";
}
```

ESP32_WebServer.ino – getPinsStatus

Verificamos se o relé está ligado ou desligado.

```
uint8_t getPinsStatus(int pin)
{
  uint8_t v;

  //de 0 a 7 porta A, de 8 a 15 porta B
  if(pin < 8)
  {
    v = currentValueGPA;
  }
  else
  {
    v = currentValueGPB;
  }
}
```

```

    pin -= 8;
}
return !(v & (1 << pin));
}

```

ESP32_WebServer.ino – configurePort

Aqui, configuramos o modo dos pinos das portas (*GPA* ou *GPB*). Como parâmetro, passamos:

port: *GPA* ou *GPB*

type: *INPUT* para todos os pinos da porta trabalharem como entrada

OUTPUT para todos os pinos da porta trabalharem como saída

```

void configurePort(uint8_t port, uint8_t type)
{
    if(type == INPUT)
    {
        writeBlockData(port, 0xFF);
    }
    else if(type == OUTPUT)
    {
        writeBlockData(port, 0x00);
    }
}

```

ESP32_WebServer.ino – digitalWriteMCP

Mudamos o estado de um pino desejado (de 0 a 15), salvamos os valores dos bits da porta correspondente e enviamos os dados para o MCP.

```

void digitalWriteMCP(int pin, int value)
{
    uint8_t port;
    uint8_t v;
    //de 0 a 7 porta A, de 8 a 15 porta B
    if(pin < 8){
        port = GPA;
        v = currentValueGPA;
    }else{
        port = GPB;
        v = currentValueGPB;
        pin -= 8;
    }
    if (value == LOW){
        v &= ~(B00000001 << (pin)); // muda o pino para LOW
    }
    else if (value == HIGH){
        v |= (B00000001 << (pin)); // muda o pino para HIGH
    }
}

```

```

//Salva os valores dos bits da porta correspondente
if(port == GPA){
    currentValueGPA = v;
}else{
    currentValueGPB = v;
}

```

ESP32_WebServer.ino – writeBlockData

Enviamos, então, os dados para o MCP23017 através do barramento i2c.

```

writeBlockData(port, v);
}
void writeBlockData(uint8_t port, uint8_t data)
{
    Wire.beginTransmission(MCP_ADDRESS);
    Wire.write(port);
    Wire.write(data);
    Wire.endTransmission();
    delay(10);
}

```

ESP32_WebServer.ino – readDHT

Executamos a leitura da temperatura e humidade

```

void readDHT()
{
    float t, h;
    int status = dht.read2(DHTPIN, &t, &h, NULL);
    //Apenas altera as variáveis se a leitura foi bem sucedida
    if (status == SimpleDHTErrSuccess)
    {
        temperature = t;
        humidity = h;
    }
}

```

3.7. Estimativa dos custos

Com base no material levantado fez-se a cotação em duas lojas locais, donde recomenda-se a obtenção dos materiais pela socoal, onde o material apresenta-se mais completo, faltando somente o material da automação e sistema de segurança, cujo custo estima-se em 2000MT e 10.0000Mt respectivamente, somando-se teremos um total de 283 520,31Mt. Mão de obra correspondera a 30% do material, 85 056,093.

Capítulo IV – Considerações Finais

4.1. Conclusão

Para o trabalho em alusão, foram alcançados todos os objectivos específicos que conduziram o projecto. Partindo do levantamento das cargas que permitiu estimar uma potência contratada de 27,6 kVA, valor a partir do qual se dimensionou o ramal de entrada e protecção, cabo VAV de 10mm a ser protegido por um fusível de 40A.

Na sequência, foram estabelecidas TUG's e TUE's, para materializar a instalação eléctrica. Para alimentação das TUG's no primeiro piso utilizou-se um circuito. Para o segundo piso quatro circuitos e para o terceiro piso dois circuitos. Com relação a TUE, um circuito distinto para cada uma das cargas, respectivamente, AC, bomba de água, bomba da piscina, fogão eléctrico, termo aquecedor e máquina de lavar.

No que concerne a iluminação, interior e exterior, teve como base de estudo, o nível de luminância, factor de uniformidade e ofuscamento com maior ênfase para o nível luminância cujo os valores dos parametros foram todos satisfeitos nos compartimentos da residência, através do software *DIALUX EVO* em que resultou em 176 luminárias.

No que tange ao dimensionamento dos quadros eléctricos, para cada piso foi previsto um quadro, que desempenhará para esse andar, o papel de quadro de entrada sendo alimentado pela caixa de coluna, respectivamente de 4 módulos, 32 módulos e de 14 módulos para os pisos 1 (cave), piso 2 (RC) e piso 3 (1º andar) conforme ilustrado pelos diagramas unifilares desenhados através do *autocad*.

Em seguimento, a automação foi feita com base no microcontrolador *ESP32* acoplado a um expensor de portas MCP23017 que permitiu aumentar o número de saídas digitais cujo sinal acciona 1 módulo relé de 16 portas que permitem a ligação remota com os circuitos parciais da residência, integrando-se o *ESP32* ao protocolo de rede *http* e acessando-o pela internet por um *smartphone* através do mesmo endereço *IP*. Portanto a automação limitou-se somente aos circuitos de iluminação pela simplicidade de comando sem necessidade de um dispositivo adicional para o efeito (infravermelho, por exemplo, para controle do AC e TV).

Por último, todo o projecto foi estimado num valor de 354 699,345Mt, incluindo mão de obra.

4.2. Recomendações

As instalações de utilização deverão ser concebidas de forma a permitir desempenhar, com eficiência e em boas condições de segurança, os fins a que se destinam. Para tal deve-se obedecer durante a execução o presente relatório do projecto da instalação eléctrica, a considerar os seguintes pressupostos:

- a) As instalações de utilização deverão ser convenientemente subdivididas, por forma a limitar os efeitos de eventuais perturbações e a facilitar a pesquisa e reparação de avarias.
- b) Evitar que grandes zonas de utilização sejam postas fora de serviço por actuação de uma protecção;
- c) Separar a alimentação de aparelhos de utilização de diferente sensibilidade às flutuações de tensão, nomeadamente os de iluminação dos de força motriz;
- d) Diminuir a intensidade das correntes de curto-circuito;
- e) Aumentar o grau de selectividade das protecções.

4.3. Bibliografia

<https://www.hidraushop.com/aquecedor-solar-soletrol-500-litros-digital-com-3-coletores-solares-de-2-0m2-baixa-pressao>

<https://www.promobit.com.br/blog/como-escolher-o-tamanho-da-maquina-de-lavar-673/>

<https://www.samsung.com/pt/support/model/WF80F5E2W2W/EP/#downloads>

<https://www.buscape.com.br/forno/conteudo/forno-eletrico-46-litros>

<https://canalsolar.com.br/calculo-de-corrente-surto-de-dps/>

<https://eletri.ca/>

<https://portuguese.alibaba.com/product-detail/30L-electric-oven-with-solid-hot-62178353447.html>

<https://www.pranaair.com/pt-pt/blog/illuminance-levels-indoors-the-standard-lux-levels/>

<https://www.dicasled.pt/niveis-recomendados-lux/>

CATÁLOGO GENERAL 2015-2016

KINDERMANN, Geraldo; CAMPAGNOLO, Jorge Mário. *Aterramento elétrico*. 3ª ed. 1995. Porto Alegre, RS, Brasil.

MARTINS, L. Sousa. *Apontamentos para Projeto de Instalações Elétricas I*. Engenharia Eletrotécnica; Escola Superior de Tecnologia de Setúbal; 2004.

PEDROLO, *Electrobombas centrífugas*.

Roteiro De Um Projecto De Instalação Eléctrica Residência; Instalações Eléctricas.

R.T.I.E.B.T - *Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*; Decreto-Lei 226/2005, de 28 de Dezembro e Portaria N.º 949-A/2006, de 11 de Setembro;

R.S.I.U.E.E. - *Regulamento de Segurança de Instalações de utilização de Energia Eléctrica* (Decreto-lei N.º 740/74, de 26 de Novembro);

Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctricas, Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro;

R.S.I.E.B.T - *Regulamento de Segurança de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão*, Decreto Legislativo de 27 de Julho de 79;

Regulamento de segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas (R.S.I.C.E.E.), Decreto-lei N.º 740/74 de 26 de Dezembro;

SAMSUNG; manual do utilizador; Máquina de lavar roupa.

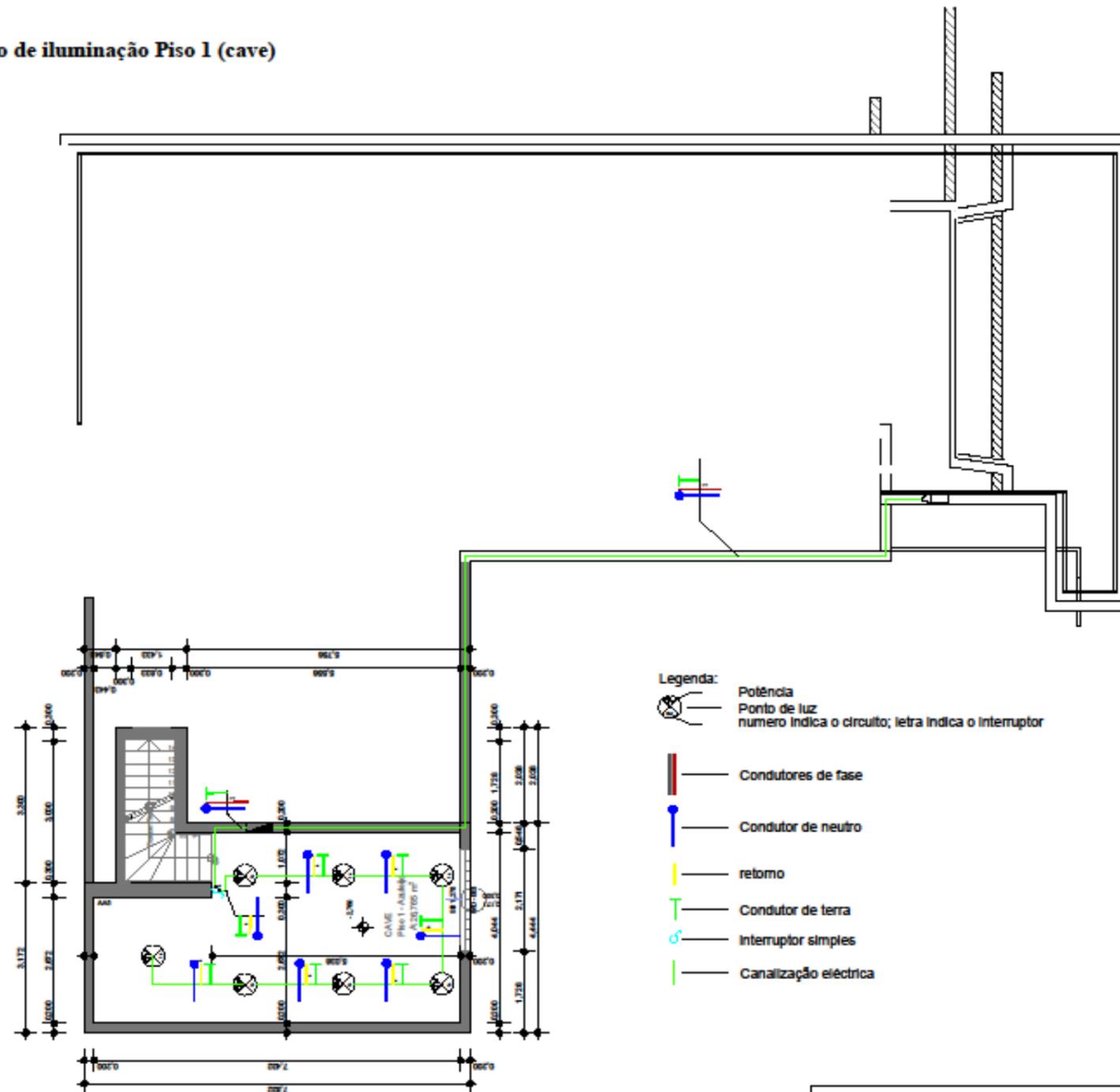
SANTOS, Jean William; JUNIOR, Renato Capelin; *Sistema De Automatização Residencial De Baixo Custo Controlado Pelo Microcontrolador Esp32 E Monitorado Via Smartphone*. 2019.

SOLIDAL, *Condutores Eléctricos*, S.A. 10ª ed. Maio 2007.

Apêndices

Apêndice 1

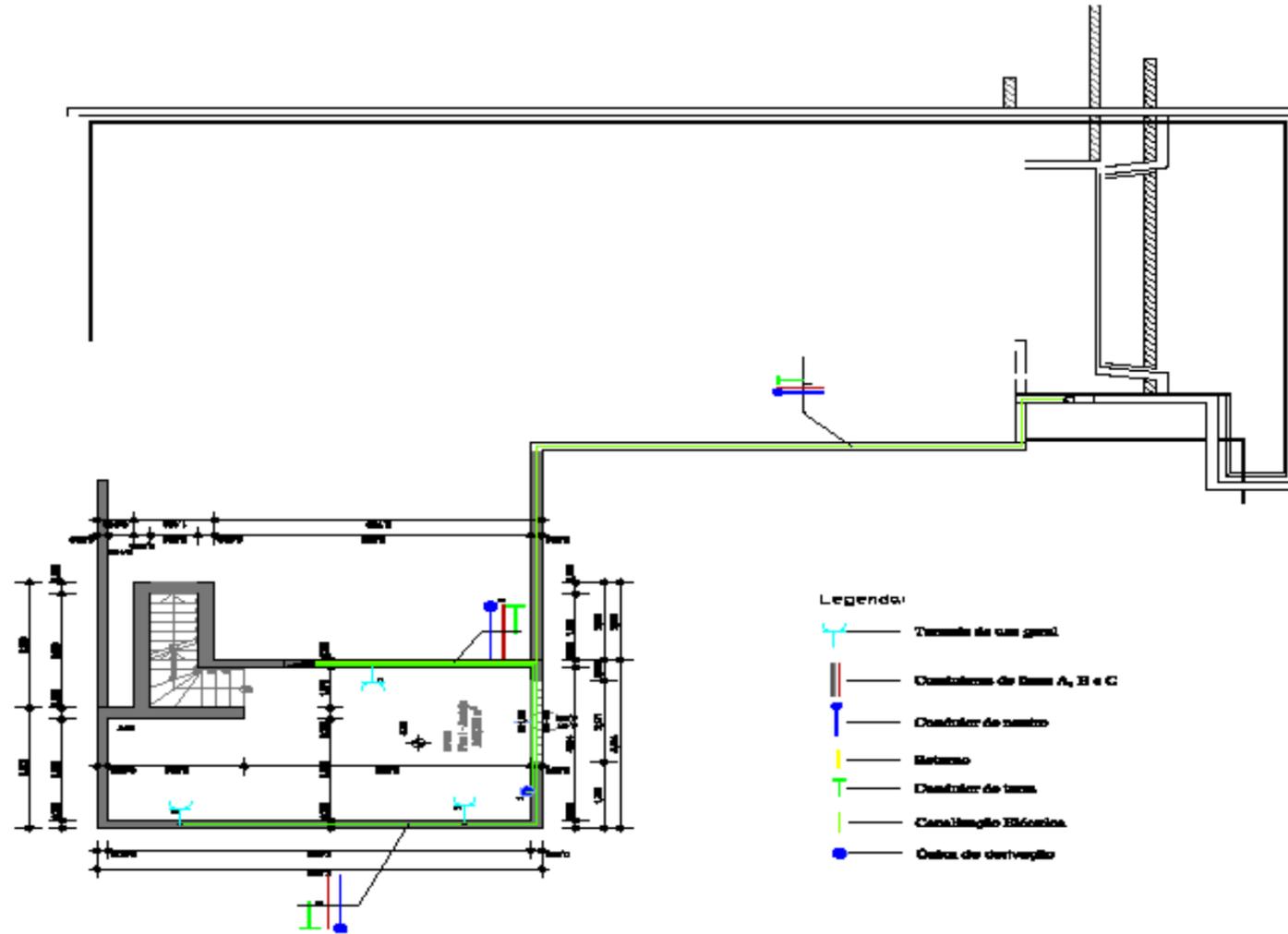
Diagrama unifilar do circuito de iluminação Piso 1 (cave)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Circuito de Iluminação Piso 1 (cave)		Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:100	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 2

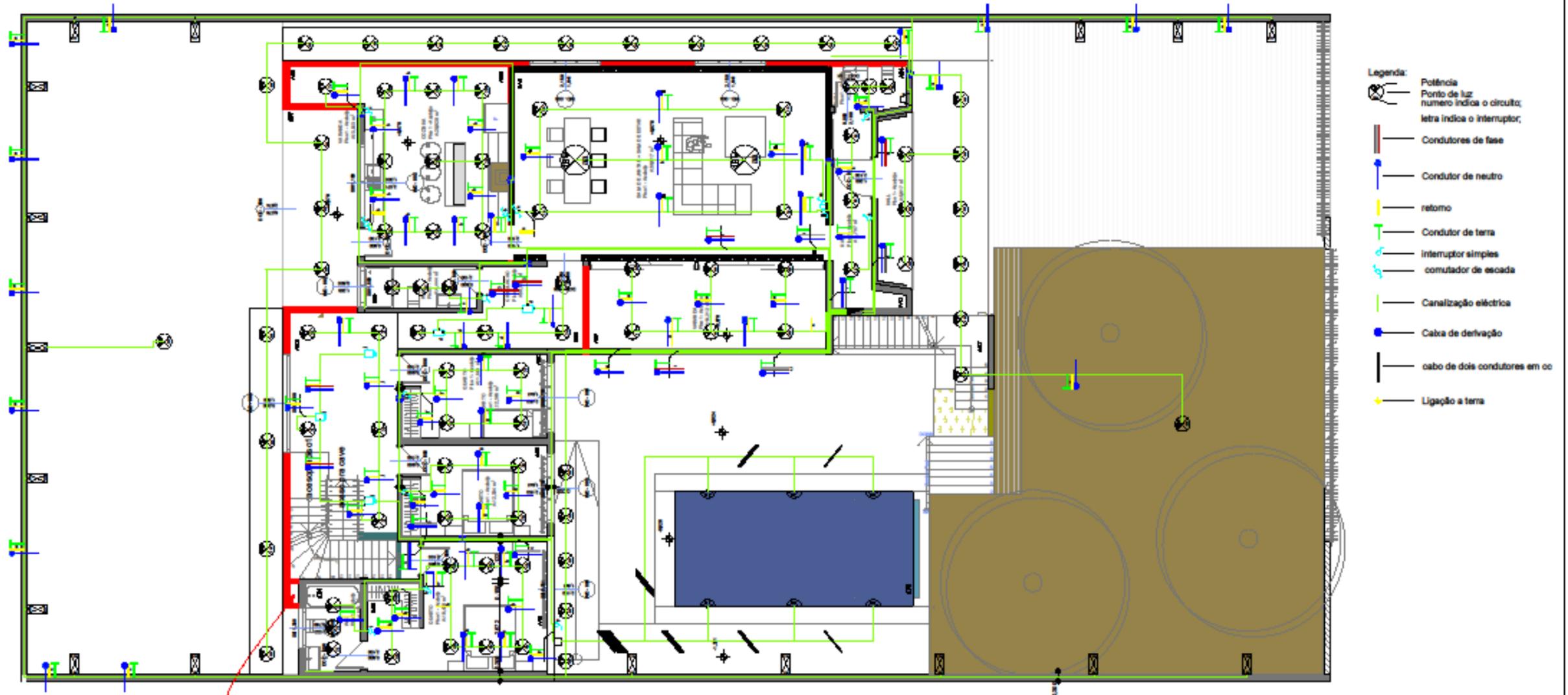
Diagrama unifilar do circuito de tomada do Piso 1 (cave)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Tomada de uso geral da Piso 1 (cave)		Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:100	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 3

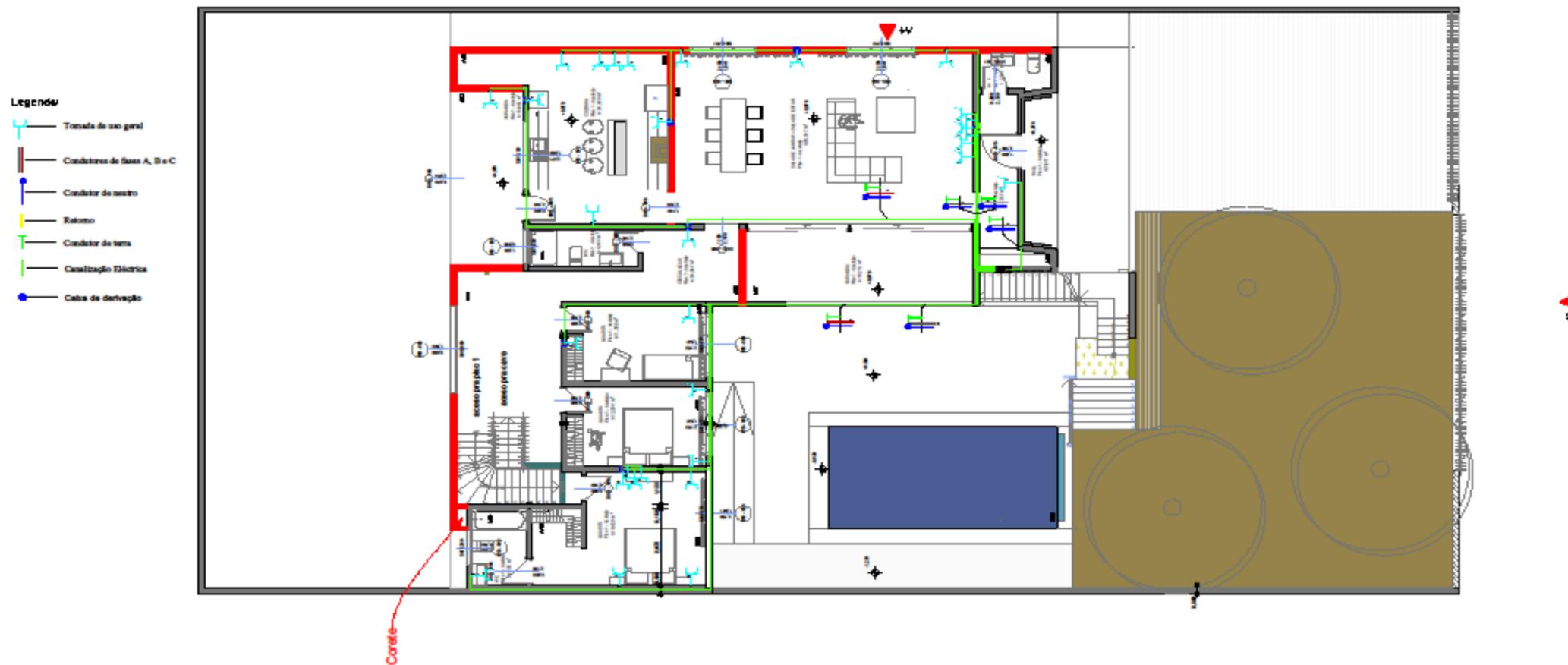
Diagrama unifilar do circuito de iluminação Piso 2 (RC)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Circuito de Iluminação Piso 2 (RC)		Desenho nr:1
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:125	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 4

Diagrama unifilar do circuito de TUG Piso 2 (RC)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos

Bairro de Fau, Mateque

Parcela nr

Talhão nr

Projectado:

Michel Cuambe

Projecto Eléctrico

Especialidade
Electricidade

Calculado:

Michel Cuambe

Assunto: Tomada de uso geral Piso 2 (RC)

Desenho nr: 2

Desenhado:

Michel Cuambe

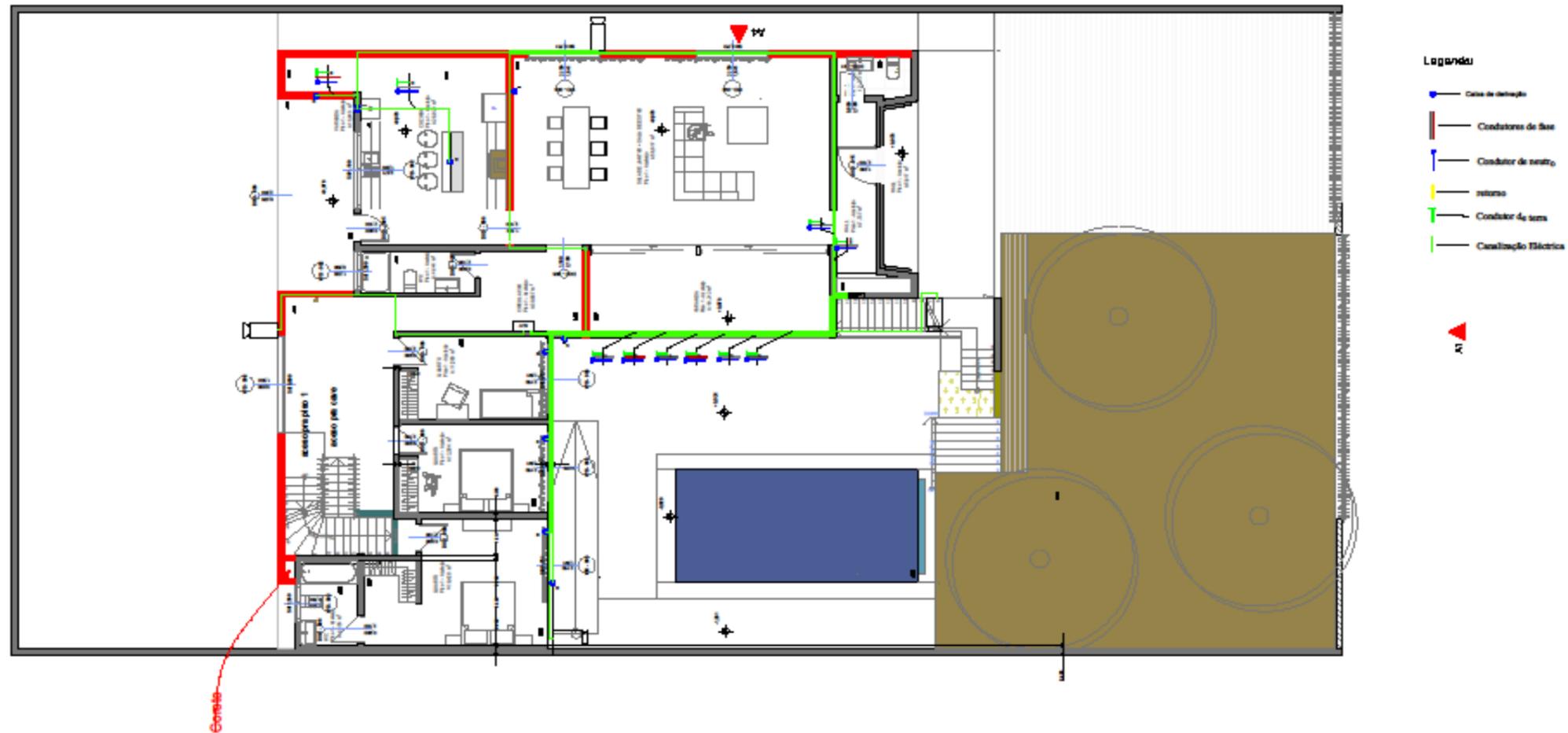
Escala: 1:150

Folhas 00/00 A3

Data: 17/06

Apêndice 5

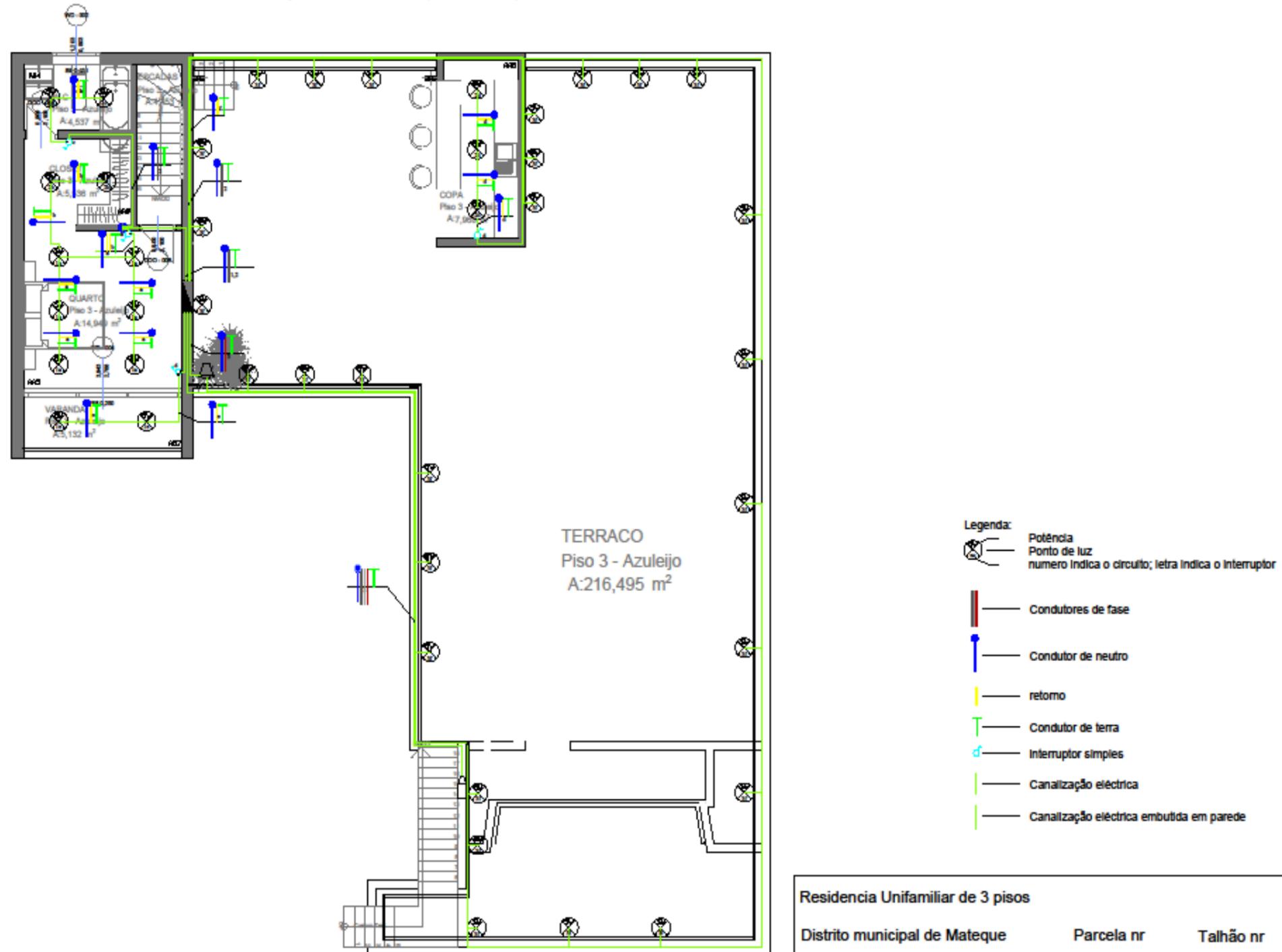
Diagrama unifilar do circuito de TUE Piso 2 (RC)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Tomadas de uso específico piso 2 (RC)		Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:200	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 6

Diagrama unifilar do circuito de iluminação do Piso 3 (1º andar)



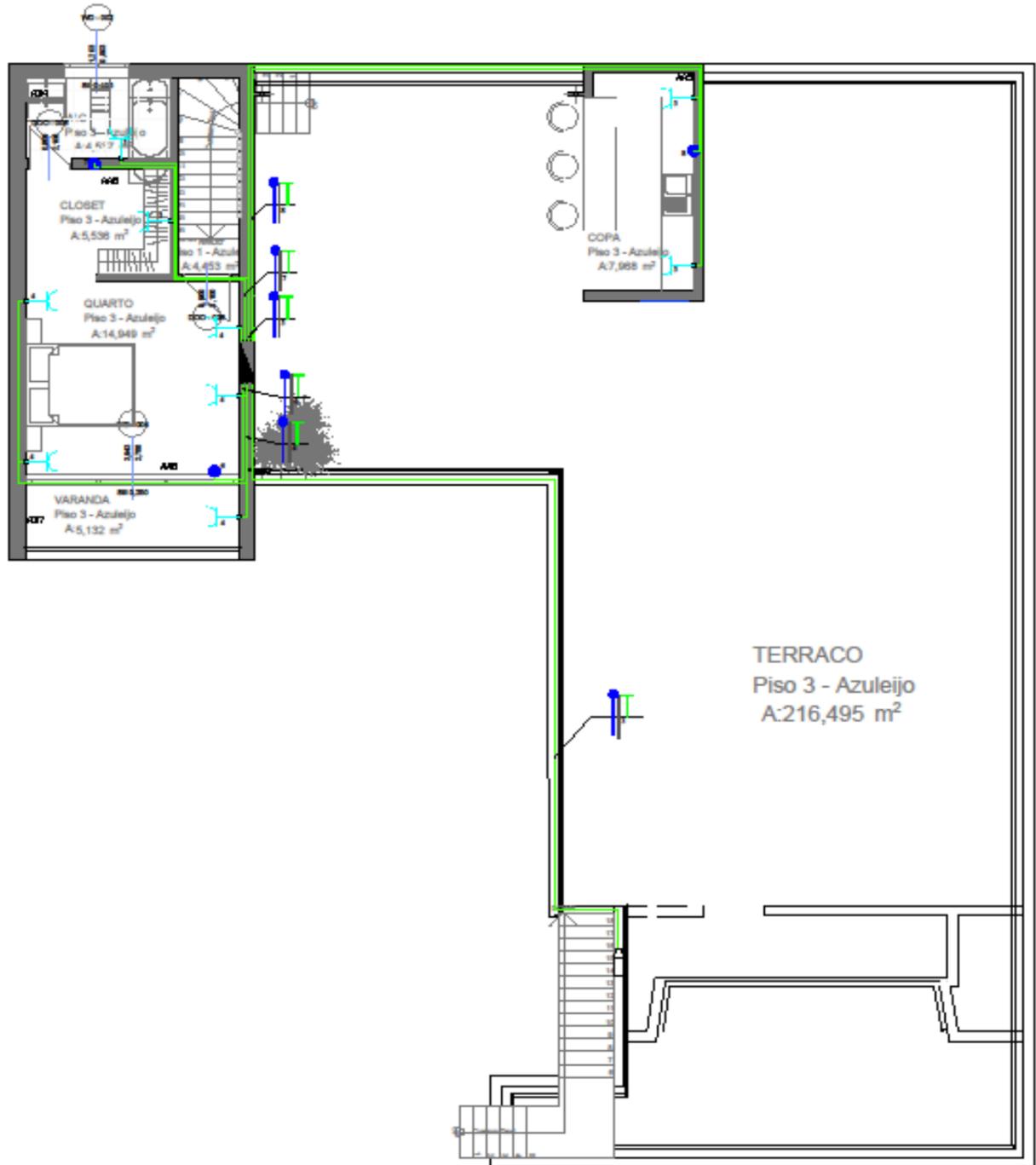
Residencia Unifamiliar de 3 pisos

Distrito municipal de Mateque Parcela nr Talhão nr

Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico	Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Circuito de Iluminação do Piso 3 (1º andar)	Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:100	Folhas 00/00 A3
		Data: 17/06

Apêndice 7

Diagrama unifilar do circuito de TUG e TUE do Piso 3 (1º andar)



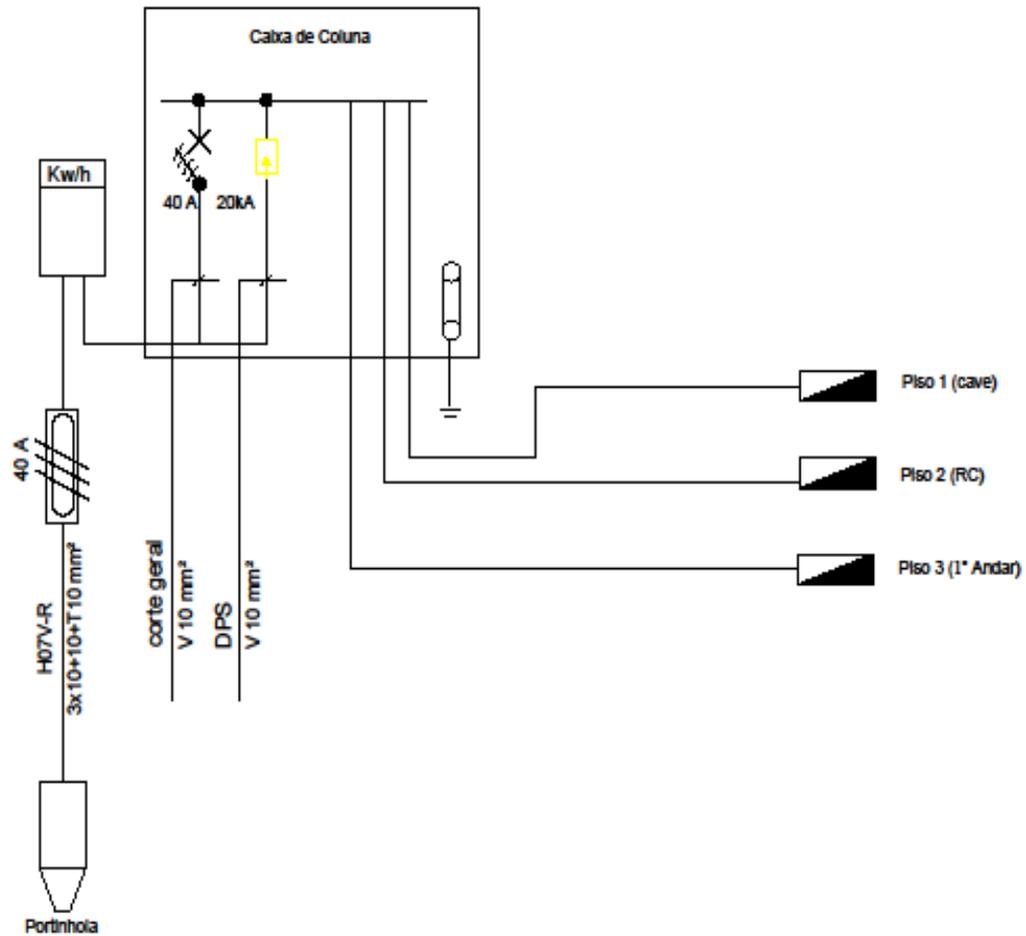
Legenda:

-  Tomada de uso geral
-  Tomada de uso específico
-  Condutores de fases A, B e C
-  Condutor de neutro
-  Retorno
-  Condutor de terra
-  Canalização Eléctrica
-  Caixa de derivação

Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Tomadas de uso geral e específico do piso 3		Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:100	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 8

Circuito de entrada



Residencia Unifamiliar de 3 pisos

Distrito municipal de Mateque

Parcela nr

Talhão nr

Projectado:
Michel Cuambe

Projecto Eléctrico

Especialidade
Electricidade

Calculado:
Michel Cuambe

Assunto: Circuito de entrada

Desenho nr:

Desenhado:
Michel Cuambe

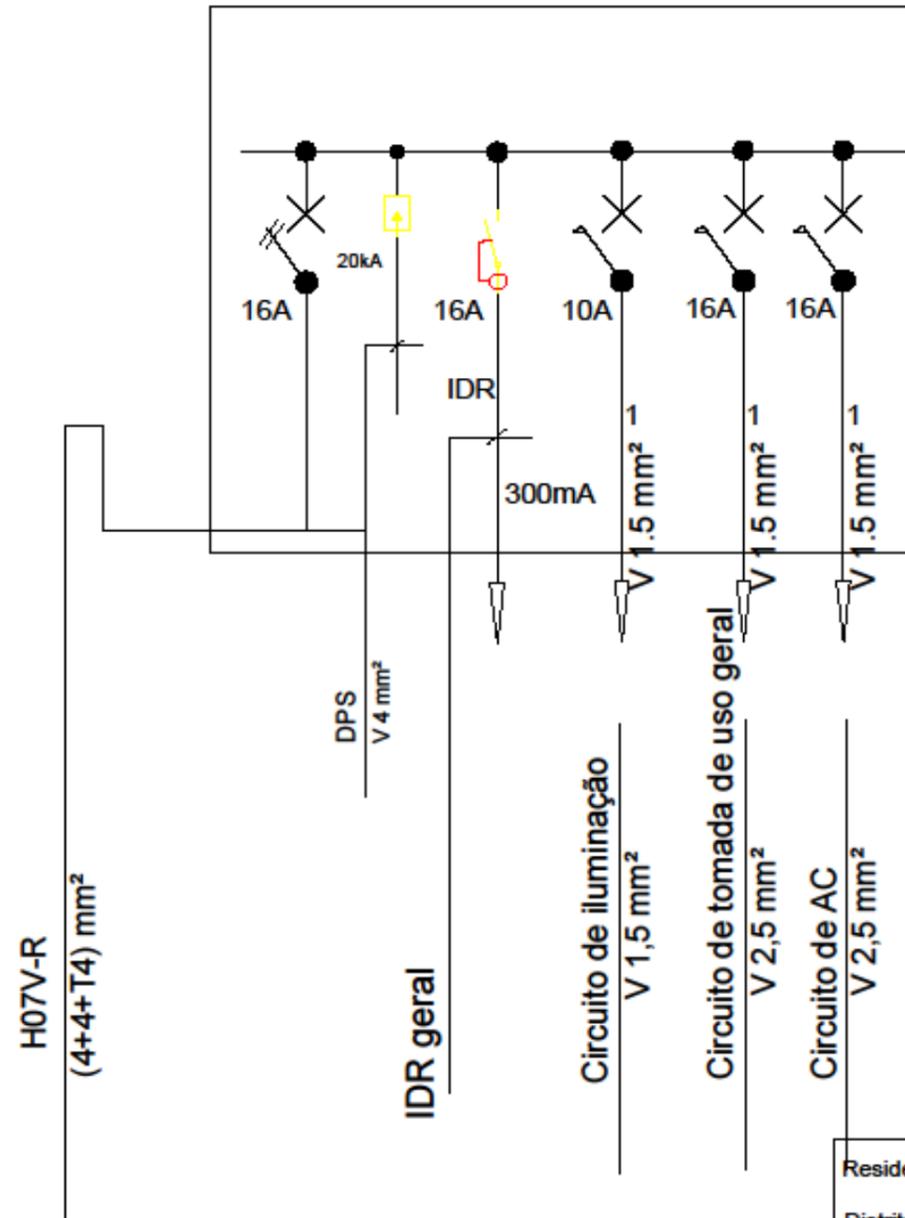
Escala: 1:1

Folhas 00/00 A4

Data: 17/06

Apêndice 9

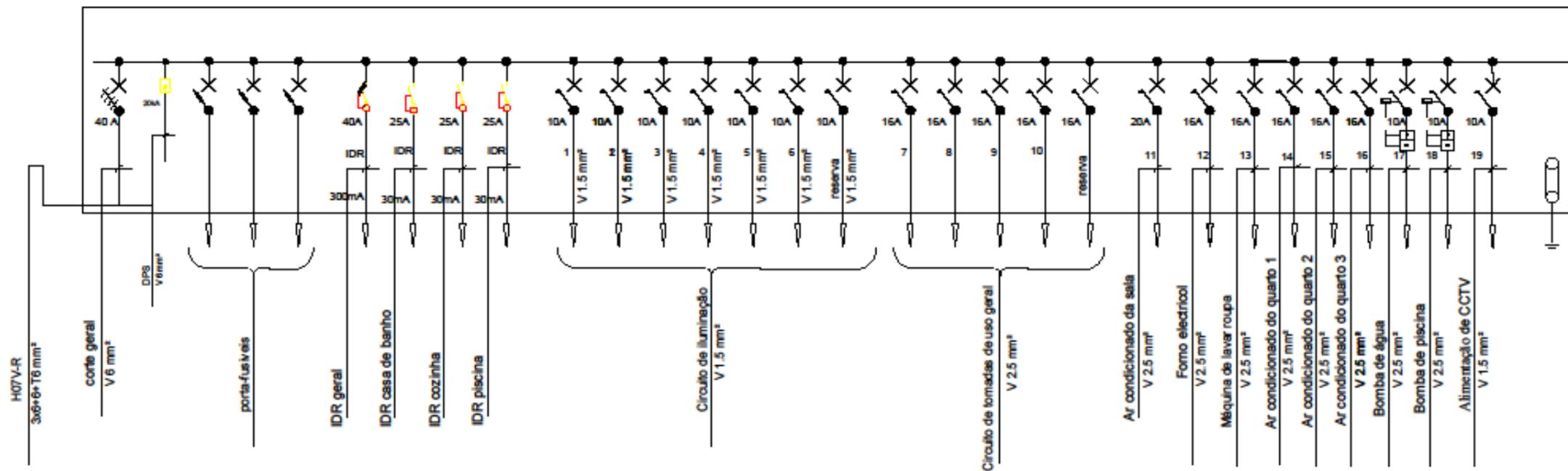
Diagrama unifilar do quadro eléctrico do Piso 1 (cave)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos		
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr
		Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico	
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Quadro do Piso 1 (cave)	Especialidade Electricidade
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:1	Folhas 00/00 A3
		Data: 17/06

Apêndice 10

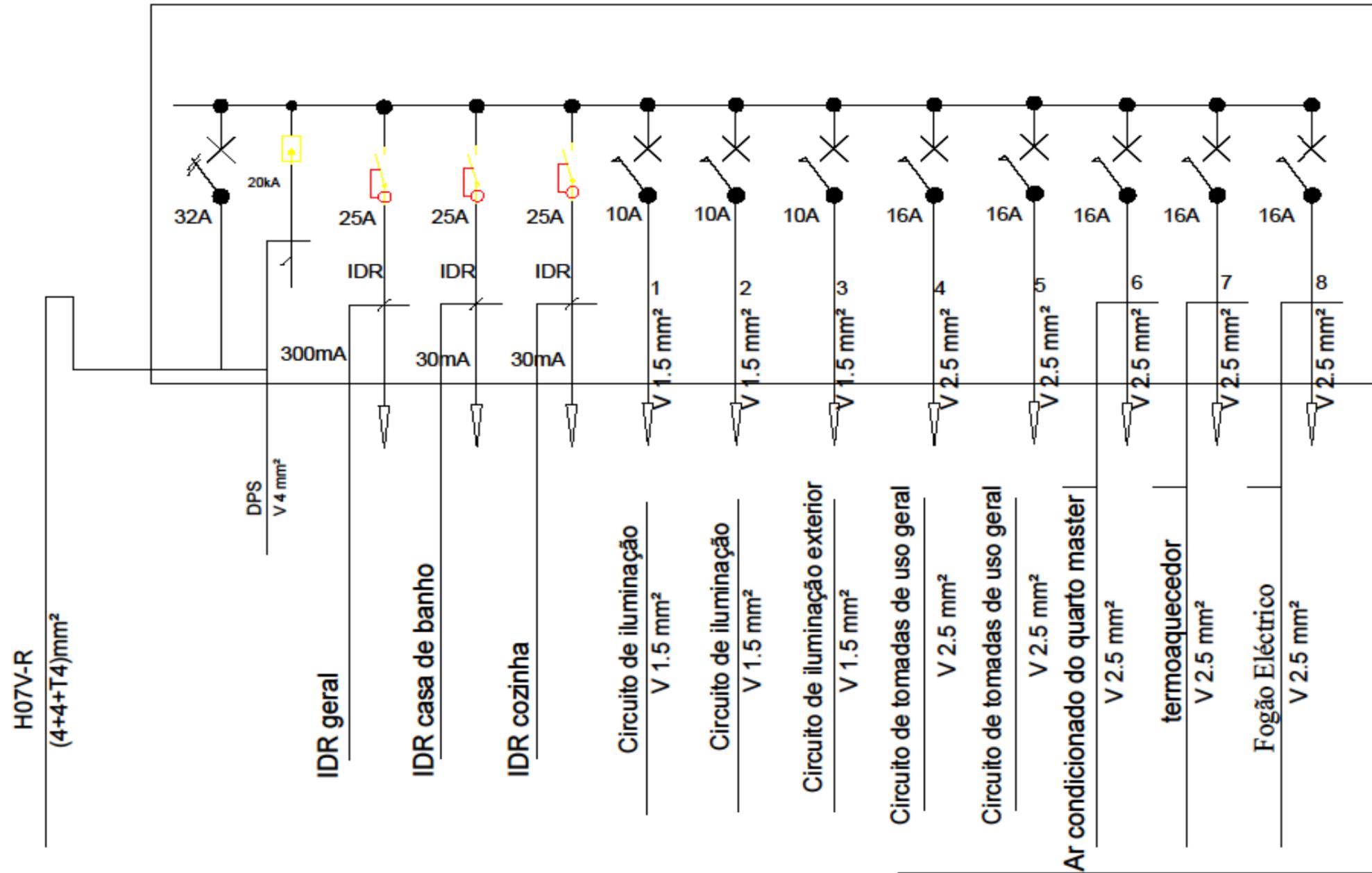
Diagrama unifilar do quadro eléctrico do Piso 2 (RC)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Quadro electrico do piso 2 (RC)		Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:1	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 11

Diagrama unifilar do quadro eléctrico do Piso 3 (1º Andar)



Residencia Unifamiliar de 3 pisos			
Distrito municipal de Mateque		Parcela nr	Talhão nr
Projectado: Michel Cuambe	Projecto Eléctrico		Especialidade Electricidade
Calculado: Michel Cuambe	Assunto: Quadro do Piso 2 (1o Andar)		Desenho nr:
Desenhado: Michel Cuambe	Escala: 1:1	Folhas 00/00 A3	Data: 17/06

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

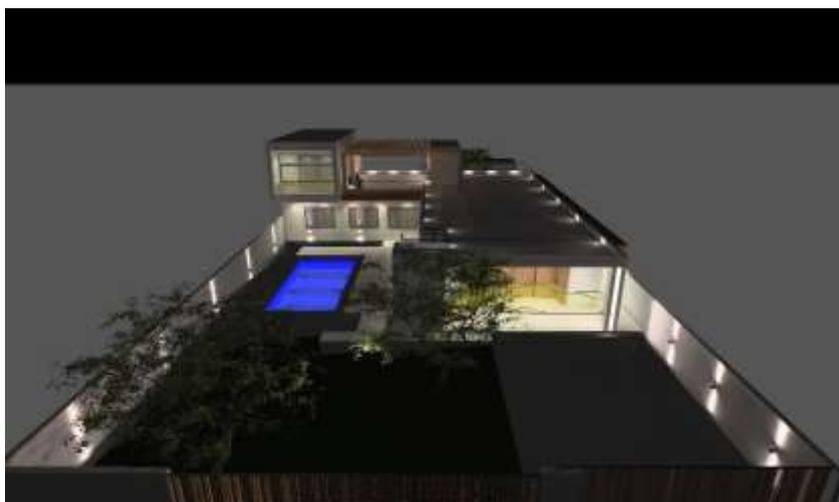


Figura Ap12-12: Vista frontal da residência



Figura Ap12.1-12: Sala de estar/jantar



Figura Ap12.2-12: cozinha

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico



Figura Ap12.3-13: Quarto 1 e 2

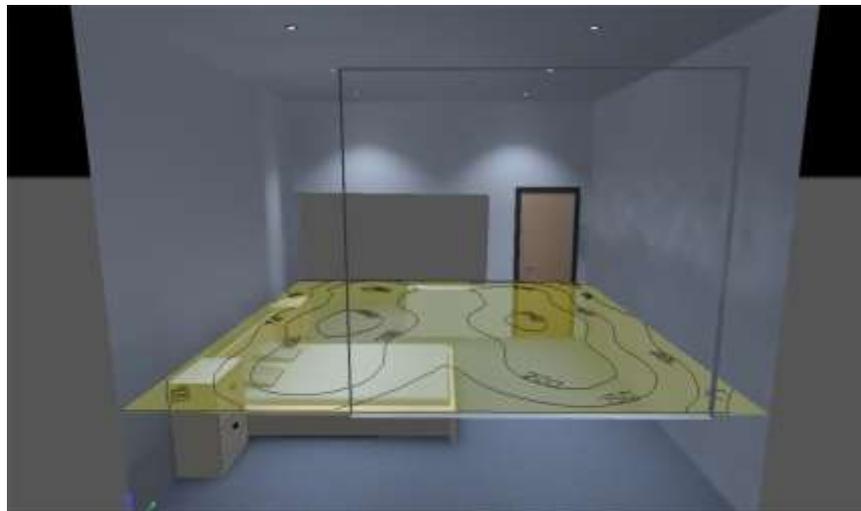


Figura Ap12.4-13: Quarto 3 Suite



Figura Ap12.5-13: Quarto 4 Suite 1º andar

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico



Figura Ap12.6-14: Varanda frontal

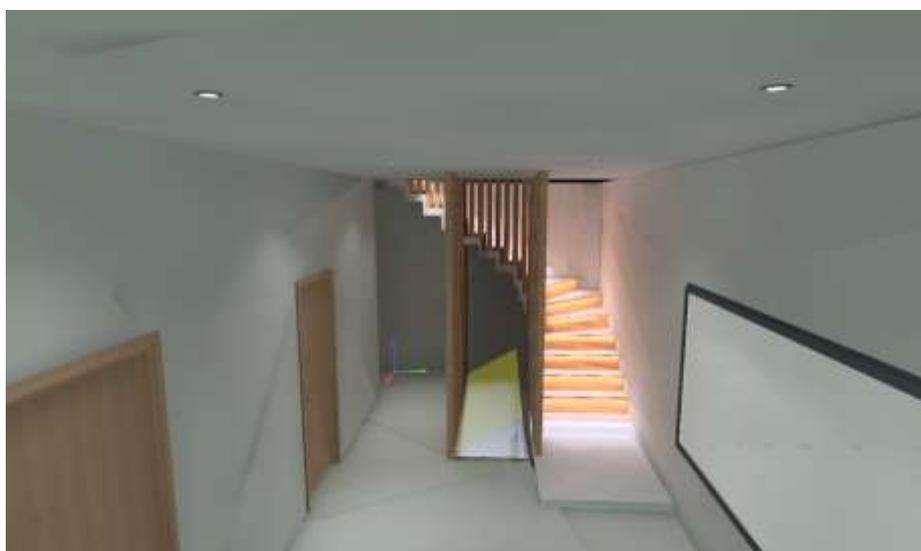


Figura Ap12.7-14: corredor

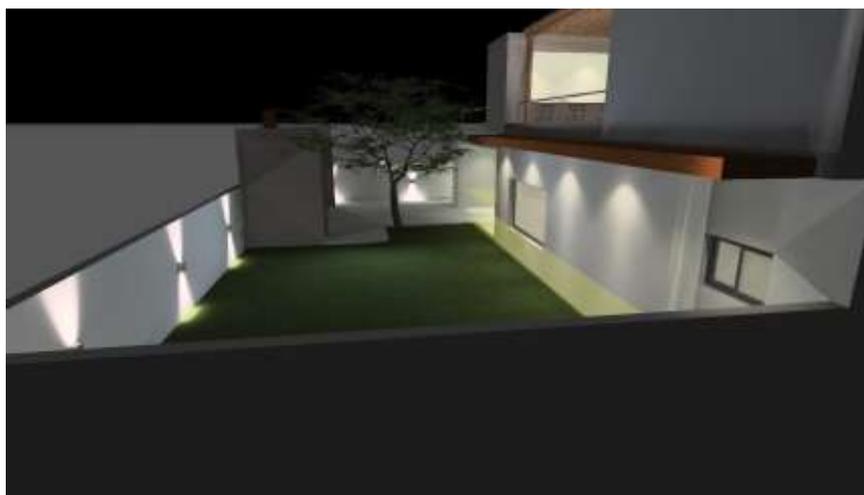


Figura Ap12.8-14: Vista de tras

Apêndice 12.1

Relatório de cálculo luminotécnico



Figura Ap12.9-15: Cave



Figura Ap12.10-15: Copa cozinha 1º andar

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12-16: Cave (Cenário de Luz 1)

Resultados

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	E_{vertical}	273 lx	≥ 100 lx	✓	WP7
	$U_o (g_1)$	0.64	≥ 0.40	✓	WP7
Dimensões de consumo ⁽²⁾	Consumo	0.00 kWh/a	max. 1700 kWh/a	✓	

Tabela Ap12.1-16: Lista de luminárias da cave

Sala Un.	Fabricante	Nº de especificação	Potência de ligação específica	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
6	Arkoslight	A0810112W	0.00 W/m ²	DOT ROUND TILT DOWN 100W 4000K W	22	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W

Tabela Ap12.2-16: Dados cave

Superfície básica	12.39 m ²	Pé direito livre	3.400 m
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 84.4 %, Solo: 20.2 %	Altura de montagem	-0.300 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Altura Plano de	-1.677 m
		Zona marginal	0.000 m

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.3-17: Copa cozinha 1º andar (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado		Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{\text{vertical}}$	264 lx	≥ 200 lx	✓	WP20
	$U_o (g_1)$	0.34	≥ 0.25	✓	WP20
Avaliação de ofuscamento	$R_{UG, \text{max}}$	22	≤ -1	✗	
Dimensões de consumo ⁽²⁾	Consumo	175 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓	
Sala	Potência de ligação específica	2.52 W/m ²	—		
		0.95 W/m ² /100 lx	—		

(1) Baseado num espaço retangular de 4.328 m x 1.848 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Tabela Ap12.4-17: Lista de luminárias da copa cozinha (1º andar)

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
4	Arkoslight	A0810112W	DOT ROUND TILT D68 140mA 5W 4000K W	22	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W

Tabela Ap12.5-17: Dados da copa cozinha

Superfície básica	12.39 m ²	Pé direito livre	3.400 m
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 84.4 %, Solo: 20.2 %	Altura de montagem	5.950 m
		Altura Plano de	4.000 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.000 m

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

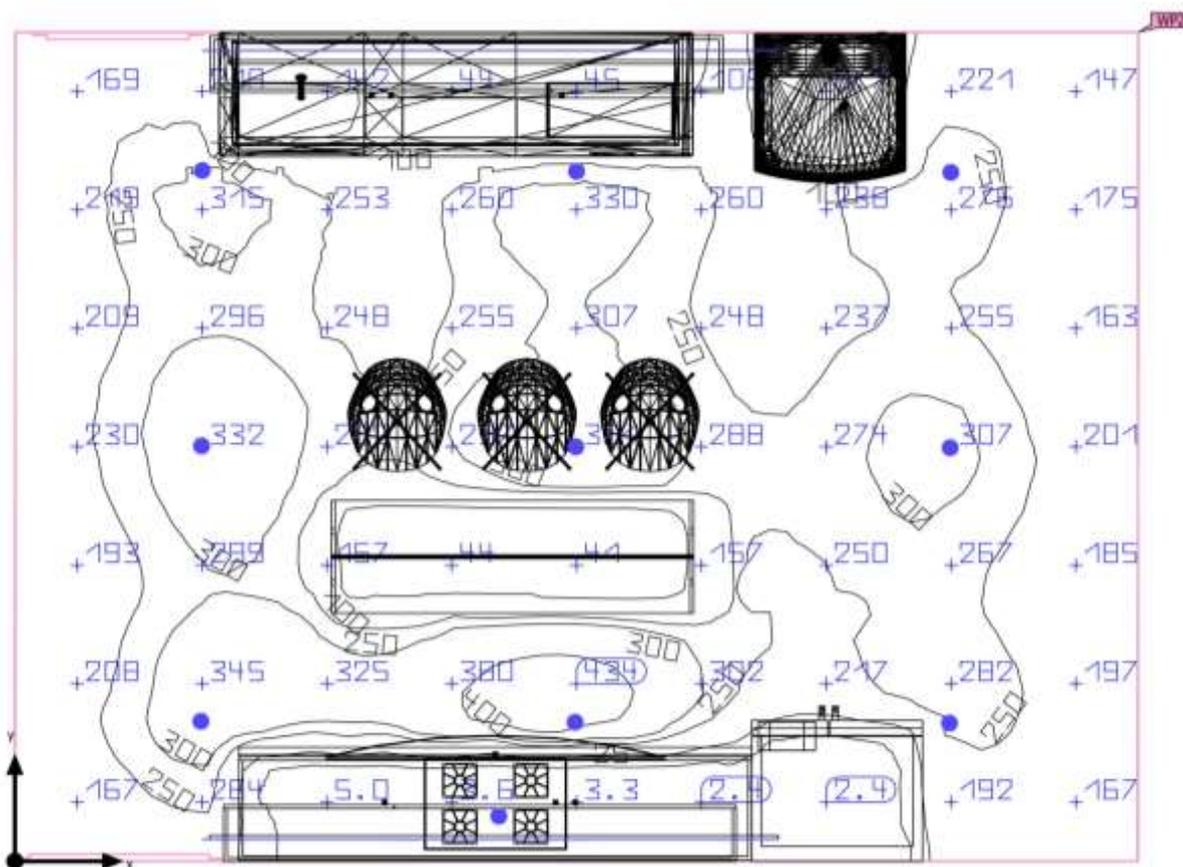


Figura Ap12.11-18: Níveis de iluminância da Cozinha

Tabela Ap12.6-18: Dados da cozinha

Superfície básica	26.14 m ²	Pé direito livre	3.400 m
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 81.6 %, Solo: 20.5 %	Altura de montagem	1.998 m – 3.200 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Altura Plano de	0.800 m
		Zona marginal	0.000 m

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.7-19: Cozinha (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$E_{vertical}$	204 lx	≥ 200 lx		WP2
	U_o	0.009	≥ 0.40		WP2
Dimensões de	Consumo	[306.45 - 393.34] kWh/a	máx. 950 kWh/a		
Sala	Potência de ligação específica	5.52 W/m ²	–		
		2.70 W/m ² /100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 5.925 m x 4.414 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.1 Cantinas, cozinhas do piso)

Tabela Ap12.8-19: Lista de luminárias

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
9	Arkoslight	A0630112W	DOT ROUND TILT 5W 4000K W	–	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W
1	Arkoslight	A0630112W	DOT ROUND TILT 5W 4000K W	–	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W
16	Whitecroft Lighting	SFLD140K-1050	STARLINE MULTI-FLEX	–	5.9 W	603 lm	102.6 lm/W

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.9-20: Quarto 1 e 2 (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{\text{vertical}}$	138 lx	≥ 100 lx		WP4
	U_o	0.066	≥ 0.40		WP4
Dimensões de	Consumo	[24.26 - 38.50] kWh/a	máx. 450 kWh/a		
Sala	Potência de ligação específica	1.61 W/m ²	–		
		1.17 W/m ² /100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 2.774 m x 4.466 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.2 Ambientes de descanso)

Tabela Ap12.10-20: Lista de luminárias do Q.1 e 2

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R _{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
4	Arkoslight	A0630112W	DOT ROUND TILT 5W 4000K W	–	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W

Tabela Ap12.11-20: Dados RC

Superfície básica	12.39 m ²	Pé direito livre	3.400 m
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 84.3 %, Solo: 20.2 %	Altura de montagem	3.200 m
		Altura Plano de	0.800 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.000 m

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.12-21: Quarto 3 (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{\text{vertical}}$	182 lx	≥ 100 lx	✓	WP5
	U_o	0.34	≥ 0.40	✗	WP5
Dimensões de	Consumo	[36.39 - 57.75] kWh/a	máx. 550 kWh/a	✓	
Sala	Potência de ligação específica	2.00 W/m ²	–		
		1.10 W/m ² /100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 3.944 m x 3.800 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de descanso, primeiros socorros e sanitários (10.2 Ambientes de descanso)

Tabela Ap12.13-21: Lista de luminárias do Q.3

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R _{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
6	Arkoslight	A0630112W	DOT ROUND TILT 5W 4000K W	–	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.14-22: Quarto 4 (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{\text{vertical}}$	167 lx	≥ 100 lx	✓	WP19
	$U_o (g_1)$	0.10	≥ 0.40	✗	WP19
Dimensões de consumo ⁽²⁾	Consumo	0.00 kWh/a	máx. 550 kWh/a	✓	
Sala	Potência de ligação específica	0.00 W/m ²	—		
		0.00 W/m ² /100 lx	—		

(1) Baseado num espaço retangular de 3.942 m x 3.910 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Tabela Ap12.15-22: Lista de luminárias Q.4

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
6	Arkoslight	A0630112W	DOT ROUND TILT 5W 4000K W	—	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W

Tabela Ap12.16-22: Dados 1º andar

Superfície básica	15.42 m ²		
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 85.7 %, Solo: 20.2 %	Altura de montagem	6.620 m
		Altura Plano de	0.800 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Zona marginal	0.000 m

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.17-23: Níveis de iluminância Sala de estar/jantar (Cenário de Luz 1)

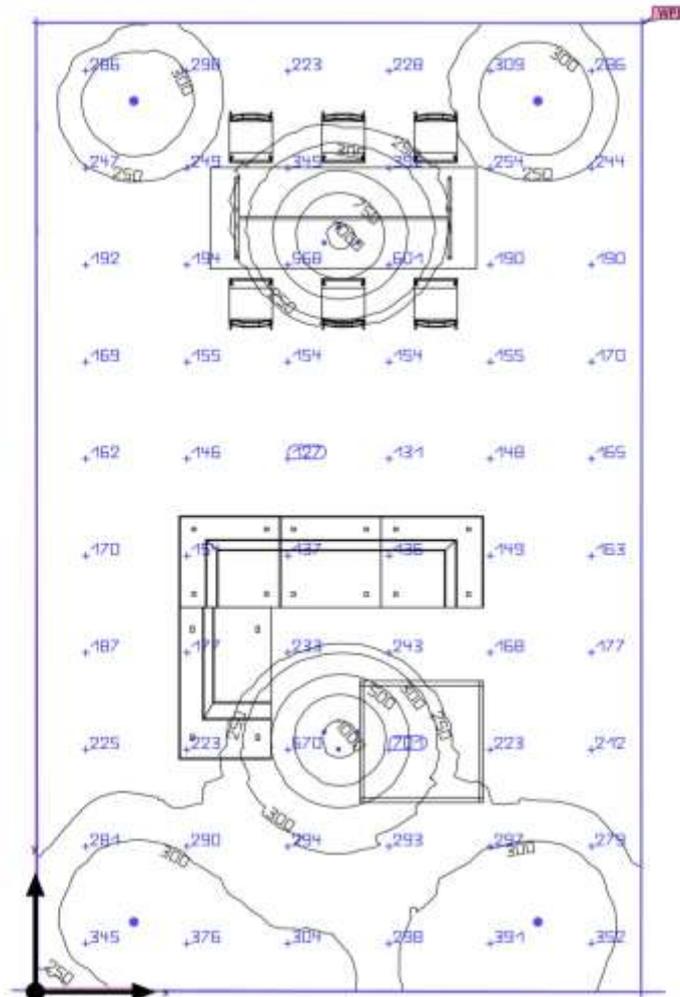


Tabela Ap12.18-23: Dados sala de estar/jantar

Superfície básica	56.61 m ²	Pe direito livre	3.400m
Grau de reflexão	Tecto: 70.0 %, Paredes: 85.7 %, Solo: 20.2 %	Altura de montagem	0.100 m – 3.200 m
Factor de manutenção	0.80 (Valor fixo)	Altura Plano de	0.800 m
		Zona marginal	0.000 m

Anexo 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.19-24: Sala de estar/jantar (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	253 lx	≥ 200 lx	✓	WP1
	U_o	0.50	≥ 0.40	✓	WP1
Dimensões de	Consumo	[60.50 - 79.09] kWh/a	máx. 2000 kWh/a	✓	
Sala	Potência de ligação específica	8.49 W/m ²	–		
		3.36 W/m ² /100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 5.922 m x 9.561 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Perfil de utilização: Áreas gerais dentro de edificações - Ambientes de controlo (11.1 Ambientes para instalações residenciais, ambientes de comando)

Tabela Ap12.20-24: Lista de luminárias sala de estar/jantar

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R _{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
6	ARCLUCE S.p.A.	0231002A-930	STILO40 - 6W - 525lm - Flood 37°	–	6.0 W	524 lm	87.3 lm/W
4	Arkoslight	A0630112W	DOT ROUND TILT 5W 4000K W	–	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W
62	Whitecroft Lighting	SFLD140K-1050	STARLINE MULTI-FLEX	–	5.9 W	603 lm	102.6 lm/W
10	Whitecroft Lighting	SFLD140K-1050	STARLINE MULTI-FLEX	–	5.9 W	603 lm	102.6 lm/W

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.21-25: Varanda frontal (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{\text{vertical}}$	107 lx	≥ 100 lx	✓	WP22
	$U_o (g_1)$	0.014	≥ 0.40	✗	WP22
Avaliação de ofuscamento	$R_{UG, \text{max}}$	22	≤ -1	✗	
Dimensões de consumo ⁽²⁾	Consumo	640 kWh/a	máx. 950 kWh/a	✓	
Sala	Potência de ligação específica	2.69 W/m ²	–		
		2.53 W/m ² /100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 3.367 m x 10.091 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Tabela Ap12.22-25: Lista de luminárias da varanda frontal

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
7	Arkoslight	A0810112W	DOT ROUND TILT D68 140mA 5W 4000K W	22	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W
4	Linea Light Group	94006N60	Suelo_Q LLG	22	9.5 W	680 lm	71.4 lm/W

Apêndice 12

Relatório de cálculo luminotécnico

Tabela Ap12.23-26: Varanda lateral (Cenário de Luz 1)

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check	Índice
Plano de uso	$\bar{E}_{vertical}$	126 lx	≥ 100 lx	✓	WP12
	U_o (g1)	0.39	≥ 0.25	✓	WP12
Avaliação de ofuscamento	$R_{UG,max}$	22	≤ -1	✗	
Dimensões de consumo ⁽²⁾	Consumo	43.0 kWh/a	máx. 650 kWh/a	✓	
Sala	Potência de ligação específica	2.24 W/m ²	–		
		1.79 W/m ² /100 lx	–		

(1) Baseado num espaço retangular de 7.270 m x 2.390 m e SHR de 0.25.

(2) Calculado com DIN:18599-4.

Tabela Ap12.24-26: Lista de luminárias da varanda lateral

Un.	Fabricante	Nº do artigo	Nome do artigo	R_{UG}	P	Φ	Rendimento luminoso
4	Arkoslight	A0810112W	DOT ROUND TILT D68 140mA 5W 4000K W	22	5.0 W	690 lm	138.0 lm/W
2	Linea Light Group	94006N60	Suelo_Q LLG	22	9.5 W	680 lm	71.4 lm/W

Apêndice 13

Mapa de cargas

Tabela Ap13-27: Mapa de cargas

Pisos	Compartimento	Comp.(m)	Larg.(m)	Area (m2)	IL e TUG VA)	AC (W)	Maq.Lav.	Aquec.	Coz.Elect	Fu	Fs (TUE)	P'(VA)	Fc/Ano	P (KVA)	
Piso 1 (Cave)	Sala	7,832	4,444	27,765	694,125	2221,2				1	1	2915,325			
Piso 2 (RC)	Cozinha	4,41	5,922	28,92					4 000,00	0,75	0,7	15899,48	1,05	21403,66725	
	Sala de estar/jantar	5,922	5,922	56,617	1415,425	4529,36				1	1				
	Dispensa da cozinha	2,095	1,126	2,36											
	WC geral	3,473	1,23	4,444											
	WC do corredor	2,672	1,21	2,747											
	Corredor de entrada	5,434	1,201	7,737											
	Corredor central	5,564	2,52	30,937											
	Corredor dos quartos	8,13	3,317	26,96											
	Quarto 1	4,464	2,591	11,566	289,15	925,28					1				
	Quarto 2	4,464	2,774	12,384	309,6	990,72									
	Quarto 3 suite	3,811	3,944	19,428	485,7	1554,24									
	closet do Q.3	2,768	1,573	4,35											
	WC do Q.3	2,768	1,698	4,7											
	Varanda frontal	7,813	3,369	23,59											
Varanda traseira	6,026	2,095	13,943			3300									
Varanda Lateral	7,271	2,662	19,212												
Piso 3 (1o Andar)	Quarto 4 suite	3,81	3,943	14,949	373,725	1195,92				1		1	1569,645		
	Closet do Q.4	2,671	2,072	5,536											
	WC do Q.4	2,654	1,542	4,537				2000							
	Varanda	3,945	1,235	5,132								1			
	Copa cozinha	2,05	4,305	7,968										0,75	0,7
Total													20384,45		

Portanto, a potência contratada será a imediatamente superior ao valor calculado 27,6 kVA (40A / 400 V)

Apêndice 14

Dimensionamento das protecções

Tabela Ap14-28: Dimensionamento das protecções piso 1 (cave)

	Cargas	Potência	Protecção											
		S (VA)	Is	Icc	Δu	In	If	Iz	S	L (m)	S ≥ Smin	$I_s < I_N < I_Z$	$I_f < 1,45 I_Z$	$\sqrt{t} < k \frac{S}{I_{cc}}$
Piso 1 (cave)	Iluminação	40	-	-	-	10	13	19,5	1,5	-	Verifica	Verifica	Verifica	-
	TUG	375	-	-	-	16	20,8	27	2,5	-	Verifica	Verifica	Verifica	-
	AC	2170	9,43	1932,81	0,0051	16	20,8	27	2,5	8	Verifica	Verifica	Verifica	0,382
	Cabo PBC	2585	11,239	1454,55	0,0095	2P16	20,8	36	4		Verifica	Verifica	Verifica	0,316

Tabela Ap14.1-28: Dimensionamento das protecções piso 2 (RC)

	Cargas	Potência	Protecção										
		S (VA)	Is	Icc	Δu	In	If	Iz	S (mm2)	S ≥ Smin	$I_s < I_N < I_Z$	$I_f < 1,45 I_Z$	$\sqrt{t} < k \frac{S}{I_{cc}}$
Piso 2 (RC)	Iluminação	733	-	-	-	6x10	13	19,5	1,5	Verifica	Verifica	Verifica	-
	TUG	1350	-	-	-	4x16	20,8	27	2,5	Verifica	Verifica	Verifica	-
	AC sala	4340,74	18,87	836,36	0,032	20	26	27	2,5	Verifica	Verifica	Verifica	0,586
	AC Quarto 1	1085	4,72	1277,77	0,0047	16	20,8	27	2,5	Verifica	Verifica	Verifica	0,225
	AC Quarto 2	1085	4,72	1087,47	0,0065	16	20,8	27	2,5	Verifica	Verifica	Verifica	0,264
	AC Quarto 3	1085	4,72	946,5	0,007	16	20,8	27	2,5	Verifica	Verifica	Verifica	0,303
	Fogao electrico	3200	13,91	876,61	0,0227	16	20,8	36	4	Verifica	Verifica	Verifica	0,72
	Maq. Lavar	2400	10,434	658,73	0,0238	16	20,8	27	2,5	Verifica	Verifica	Verifica	0,66
	Cabo PBT	16 468,74	23,77	8533,33	0,0002077	32	41,6	36	6	Verifica	Verifica	Verifica	0,284

Tabela Ap14.2-28: Dimensionamento das protecções piso 3 (1º andar)

	Cargas	Potência	Protecção											
		S (VA)	Is	Icc	Δu	In	If	Iz	S (mm2)	L (m)	S ≥ Smin	$I_s < I_N < I_Z$	$I_f < 1,45 I_Z$	$\sqrt{t} < k \frac{S}{I_{cc}}$
Piso 3 (1o Andar)	Iluminação	275	-	-	-	10	13	19,5	1,5	-	Verifica	Verifica	Verifica	-
	TUG	617,64	-	-	-	16	20,8	27	2,5	-	Verifica	Verifica	Verifica	-
	AC do Quarto 4	1085	4,72	3389,33	0,00081	16	20,8	27	2,5	2,54	Verifica	Verifica	Verifica	0,291
	Termoaquecedor	3000	13,043	2271,6	0,0095	16	20,8	27	2,5	6,25	Verifica	Verifica	Verifica	0,355
	Cabo PBC	4997,64	22,77	2733,04	0,0033	25	32,5	26,6	4	18,019	Verifica	Verifica	Verifica	0,41

ANEXOS – DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Anexo 15

Factores de correcção em função da temperatura

Cabos colocados no solo

Tabela A15 – 29: Factor de correcção K em função da temperatura

Temperatura do solo θ_0 , °C	Temperatura admissível na alma condutora em regime permanente θ_p , °C								
	65	70	75	80	85	90	95	100	105
0	1,20	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13	1,12	1,11
5	1,16	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09
10	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06
15	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97
30	0,88	0,89	0,91	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
35	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91
40	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,87
45	0,67	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84
50	0,58	0,63	0,67	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80

Anexo 15

Factores de correcção em função da temperatura

Cabos colocados ao ar livre

Tabela A15.1 - 30: Factor de correcção K em função da temperatura

Temperatura do ar ambiente θ_a , °C	Temperatura admissível na alma condutora em regime permanente θ_p , °C								
	65	70	75	80	85	90	95	100	105
0	1,36	1,32	1,29	1,27	1,24	1,23	1,21	1,20	1,18
5	1,31	1,28	1,25	1,23	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16
10	1,25	1,23	1,20	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,13
15	1,20	1,17	1,16	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10
20	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07
25	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97
40	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93
45	0,76	0,79	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89
50	0,66	0,71	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86
55	0,54	0,61	0,67	0,71	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82
60	0,38	0,50	0,58	0,63	0,67	0,71	0,73	0,76	0,78
65		0,35	0,47	0,55	0,60	0,65	0,68	0,71	0,73
70			0,33	0,45	0,52	0,58	0,62	0,66	0,68
75				0,32	0,43	0,50	0,56	0,60	0,63
80					0,30	0,41	0,48	0,54	0,58
85						0,29	0,40	0,46	0,52
90							0,28	0,38	0,45
95								0,27	0,37
100									0,26

Anexo 16

Factores de correcção em função da proximidade de várias canalizações

Tabela A16 - 31: Valores para Coeficiente K

Número de cabos multipolares ou de ternos de monoplares	1	2	3	4	5	6	7	8	> 9
Colocação em pranchas ou tabuletas não perfuradas	1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70
Colocação no tecto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61
Colocação em tabuleiro perfurado	1,0	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72
Colocação em consola	1,0	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78

Anexo 17

Canalização eléctrica

Tabela A17 - 32: Diâmetro nominal dos tubos

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Diâmetro nominal dos tubos				
	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	---	---	---

Anexo 18

Potência em função da área

Tabela A18 - 33: Potências unitárias em função da área e divisões principais

Tipo de Instalação	Potência unitária
Iluminação e tomadas de usos gerais	25 VA/m ²
Instalações fixas ou não de climatização ambiente eléctrica	80 VA/m ²
Máquinas de lavar ou secar	3,3 kVA
Cozinha eléctrica em habitações	
- até 3 divisões (T2)	3 kVA
- 4 divisões (T3)	4 kVA
- 5 divisões (T4)	5 kVA
- mais de 5 divisões	8 kVA
Aquecimento eléctrico de águas para habitações	
- até 3 divisões (T2)	1,5 kVA
- 4 divisões (T3)	2 kVA
- 5 (T4) e mais divisões	3 kVA

Anexo 19

Coeficientes de simultaneidade

Tabela A19 – 34: 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

Anexo 20

Característica dos fusíveis e disjuntores

Tabela A20 - 35: Característica dos fusíveis

I_N [A]	I_{nf} [A]	I_f [A]	I_N [A]	I_{nf} [A]	I_f [A]
6	9	13	< 6 A	$1,5 \times I_N$	$2,1 \times I_N$
10	15	19	> 6 A e = 10 A	$1,5 \times I_N$	$1,9 \times I_N$
16	22	28	> 10 A e = 25 A	$1,4 \times I_N$	$1,75 \times I_N$
20	28	35	> 25 A	$1,3 \times I_N$	$1,6 \times I_N$
25	35	44			
32	42	51			
40	52	64			
50	65	80			
63	82	101			
80	104	128			
100	130	160			
125	163	200			
160	208	256			
200	260	320			
250	325	400			
315	410	504			
400	520	640			
500	650	800			
630	819	1008			
800	1040	1280			
1000	1300	1600			

Anexo 21

Característica dos disjuntores

Tabela A21 - 36: Característica dos disjuntores

Disjuntor sem regulação			Disjuntor com regulação		
I_N [A]	I_{NF} [A]	I_f [A]	I_N [A]	I_{NF} [A]	I_f [A]
	$1,1 \times I_N$	$1,3 \times I_N$		$1,05 \times I_N$	$1,2 \times I_N$
6	6,6	7,8	100	105	120
10	11	13	125	131,25	150
16	17,6	20,8	160	168	192
20	22	26	250	262,5	300
25	27,5	32,5	400	420	480
32	35,2	41,6	630	661,5	756
40	44	52	1000	1050	1200
50	55	65	1250	1312,5	1500
63	69,3	81,9	1600	1680	1920
100	110	130	2500	2625	3000
125	137,5	162,5			
160	176	208			

Anexo 22

Característica dos IDR

Tabela A22 – 37: Característica dos IDR

LINHA DE PROTEÇÃO

TABELA DE ESCOLHA

	CORRENTE DE SENSIBILIDADE (mA)	CORRENTE NOMINAL	CÓDIGO
 <p>BIPOLAR (2P)</p> <p>EMBALAGEM 1 PEÇA</p>	30	25	IDR30-E2/25
		40	IDR30-E2/40
		63	IDR30-E2/63
 <p>TETRAPOLAR (4P)</p> <p>EMBALAGEM 1 PEÇA</p>	30	25	IDR30-E4/25
		40	IDR30-E4/40
		63	IDR30-E4/63
		80	IDR30-E4/80
		100	IDR30-E4/100
	300	63	IDR300-E4/63
		80	IDR300-E4/80
		100	IDR300-E4/100

Anexo 23

Resistividade dos terrenos de acordo com a natureza

Tabela A23 – 38: Resistividade de terrenos de acordo com a natureza

TIPO DE SOLO	RESISTIVIDADE [$\Omega.m$]
Lama	5 a 100
Terra de jardim com 50% de umidade	140
Terra de jardim com 20% de umidade	480
Argila seca	1.500 a 5.000
Argila com 40% de umidade	80
Argila com 20% de umidade	330
Areia molhada	1.300
Areia seca	3.000 a 8.000
Calcário compacto	1.000 a 5.000
Granito	1.500 a 10.000

Anexo 24

Características de cabos e condutores

Tabela A24 – 39: Característica de cabos e caondutores

Seção Nominal mm ²	1 Condutor (1)			2 Condutores (5)			3 e 4 Condutores (6)		
	Instalação Subterrânea (2)	Instalação Ao Ar (3)	Quantidade de Tendido ΔE=VA.Eas C=0,6	Instalação Subterrânea (2)	Instalação Ao Ar (3)	Quantidade de Tendido ΔE=VA.Eas C=0,6	Instalação Subterrânea (2)	Instalação Ao Ar (3)	Quantidade de Tendido ΔE=VA.Eas C=0,6
	Intensidade A	Intensidade A		Intensidade A	Intensidade A		Intensidade A	Intensidade A	
1									
1,5	54	23	20,200	30	14,5	3,45100	25	13	30,100
2,5	65	31	12,400	40	19	2,33100	35	17	20,200
4	60	42	7,770	50	26	1,43100	45	24	12,400
6	75	52	5,220	65	35	89,40	60	31	7,740
10	105	74	3,140	90	44	6,010	80	42	5,190
16	135	96	2,020	120	61	3,610	110	57	3,120
25	180	127	1,310	155	83	2,310	135	79	1,990
35	225	158	0,903	185	110	1,630	165	96	1,280
50	260	184	0,724	220	152	1,080	190	114	0,946
70	345	242	0,533	280	198	0,822	245	132	0,718
95	410	290	0,406	335	237	0,589	295	171	0,520
120	485	343	0,340	380	268	0,443	340	206	0,393
150	550	387	0,299	435	306	0,368	390	237	0,326
185	630	444	0,250	490	343	0,313	445	272	0,279
240	740	523	0,210	570	400	0,265	515	312	0,238
300	855	602	0,183	640	468	0,218	590	360	0,198
400	1015	721	0,160	760	536	0,188	690	413	0,172
500	1170	822	0,140			0,164	700	492	0,150

(1) - As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (tem os justivos por exemplo) multiplicar os valores indicados por 0,80.

(2) - Temperatura do solo de 20°C.

(3) - Temperatura do ambiente de 30°C.

(4) - As quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

(5) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização monofásica.

(6) - As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica.

Anexo 25

Características de cabos e condutores

Tabela A25.1 – 40: Característica de cabos

[E] QUADRO 52-C1

Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C
(de acordo com o quadro 52H)

Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- *dois condutores carregados*
- *cobre ou alumínio*
- *temperatura da alma condutora: 70°C*
- *temperatura ambiente: 30°C*

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Método de referência		
	A	B	C(*)
<i>Condutores de cobre</i>			
1,5	14,5	17,5	19,5
2,5	19,5	24	27
4	26	32	36
6	34	41	46
10	46	57	63
16	61	76	85
25	80	101	112
35	99	125	138
50	119	151	168
70	151	192	213
95	182	232	258
120	210	269	299
150	240	-	344
185	273	-	392
240	320	-	461
300	367	-	530
<i>Condutores de alumínio</i>			
2,5	15,0	18,5	21
4	20	25	26
6	26	32	36
10	36	44	49
16	48	60	66
25	63	79	83
35	77	97	103
50	93	118	125
70	118	150	160
95	142	181	195
120	164	210	226
150	189	-	261
185	215	-	298
240	252	-	352
300	289	-	406

Anexo 25

Características de cabos e condutores

Tabela A25.2 – 41: Características de cabos

[E] QUADRO 52-C3

Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C
(de acordo com o quadro 52H)

Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- três condutores carregados
- cobre ou alumínio
- temperatura da alma condutora: 70°C
- temperatura ambiente: 30°C

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Método de referência		
	A	B	C(*)
<i>Condutores de cobre</i>			
1,5	13,5	15,5	17,5
2,5	18,0	21	24
4	24	28	32
6	31	36	41
10	42	50	57
16	56	68	76
25	73	89	96
35	89	110	119
50	108	134	144
70	136	171	184
95	164	207	223
120	188	239	259
150	216	-	299
185	245	-	341
240	286	-	403
300	328	-	464
<i>Condutores de alumínio</i>			
2,5	14,0	16,5	18,5
4	18,5	22	25
6	24	28	32
10	32	39	44
16	43	53	59
25	57	70	73
35	70	86	90
50	84	104	110
70	107	133	140
95	129	161	170
120	149	186	197
150	170	-	227
185	194	-	259
240	227	-	305
300	261	-	351

(*) - Para $S \leq 16 \text{ mm}^2$, admitiu-se que os condutores eram de secção circular e para $S > 16 \text{ mm}^2$, de secção sectorial (aplicável também a condutores de secção circular).

Anexo 26

Actividades com especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor

Tabela A26– 43: Classificação dos níveis de luminância

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\bar{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
1. Áreas gerais da edificação				
Saguão de entrada	100	22	60	
Sala de espera	200	22	80	
Áreas de circulação e corredores	100	28	40	Nas entradas e saídas, estabelecer uma zona de transição, a fim de evitar mudanças bruscas.
Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes	150	25	40	
Rampas de carregamento	150	25	40	
Refeitório/Cantinas	200	22	80	
Salas de descanso	100	22	80	
Salas para exercícios físicos	300	22	80	
Vestiários, banheiros, toaletes	200	25	80	
Enfermaria	500	19	80	

Anexo 27

Especificações técnicas do ar-condicionado

Tabela A27 – 44: Especificação técnica de AC

Especificação técnica - Modelos ON/OFF

Modelo			TAC-09CSA	TAC-12CSA	TAC-18CSA	TAC-24CSA
Ciclo			Frio			
Tecnologia			Convencional			
Capacidade Nominal	W		2.640	3.520	5.280	7.030
	(BTU/h)		9000	12000	18000	24000
Classificação INMETRO			A	A	A	A
Eficiência Energética		W/W	3,24	3,24	3,24	3,24
Alimentação Elétrica		V/Hz/ F	220 / 60 / 1			
Compressor		Tipo	Rotativo			
Fluido Refrigerante	Tipo	-	R410A			
	Carga padrão	g	310	620	840	1070
Vazão de ar da unidade evaporadora		m3/h	380	500	800	1100
Nível de ruído da unidade Evaporadora	Super	dB(A)	38	45	45	50
	Alta	dB(A)	35	42	42	48
	Média	dB(A)	33	37	40	44
	Baixa	dB(A)	30	33	35	40
	Silencioso	dB(A)	28	31	32	38
Nível de ruído da unidade condensadora		dB(A)	48	50	58	57
Corrente nominal		A	3,7	5,0	7,4	9,9
Potência nominal		W	815	1085	1630	2170
Corrente máxima em operação		A	4,9	6,5	9,7	13
Disjuntor		A	10	10	10	13
Conexão elétrica	Alimentação	mm2	Plugue	Plugue	2,5	2,5
	Interligação	mm2	1,50	1,50	1,50	1,50
Conexão frigorífica	Linha de sucção	mm (pol)	9,52 (3/8")	9,52 (3/8")	12,7 (1/2")	15,88 (5/8")
	Linha de líquido	mm (pol)	6,35 (1/4")	6,35 (1/4")	6,35 (1/4")	6,35 (1/4")
Diâmetro externo da conexão de dreno		mm	16	16	16	16
Pressão	Máxima	MPa	4,5	4,5	4,5	4,5
	Mínima	MPa	1,9	1,9	1,9	1,9
Dimensões (C x L x A)	Evaporadora	mm	698x190x255	777x201x250	910x206x294	1010x220x315
	Condensadora	mm	654x276x507	777x290x498	817x328x553	886x357x605
Dimensões do equipamento embalado (C x L x A)	Evaporadora	mm	764x325x257	850x320x275	979x372x292	1096x390x312
	Condensadora	mm	700x300x545	818x325x520	858x321x585	930x380x635
Massa do equipamento (peso)	Evaporadora	kg	6,5	7,5	10	13
	Condensadora	kg	21	25	34	44
Massa do equipamento embalado (peso)	Evaporadora	kg	8,5	10	13	16
	Condensadora	kg	24	29	38	48

Anexo 28

Especificações técnicas da máquina de lavar

Tabela A28 – 45: Características de cabos

Samsung			
Nome do modelo		WF80F5E*Q4* WF80F5E*QH* WF80F5E*W4* WF80F5E*W1*	WF80F5E*Q2* WF80F5E*QM* WF80F5E*W2* WF80F5E*WM*
Capacidade	kg	8	
Eficiência energética			
A+++ (maior eficiência) a D (menor eficiência)		A+++	
Consumo energético			
Consumo energético anual (CE_A) ¹⁾	kWh/ano	195	
Consumo energético (E_L60) Algodão 60 °C com carga máxima	kWh	1,06	
Consumo energético (E_L60.1/2) Algodão 60 °C com carga parcial	kWh	0,86	
Consumo energético (E_L40.1/2) Algodão 40 °C com carga parcial	kWh	0,58	
Consumo no modo desligado (P_o)	W	0,48	
Consumo no modo ligado (P_l)	W	5	
Consumo anual de água (CA_a) ²⁾	l/ano	10500	
Classe de eficiência de centrifugação ³⁾			
A (mais eficiente) a G (menos eficiente)		B	
Velocidade máxima de centrifugação	rpm	1400	1200
Humidade residual	%	53	56
Programas aos quais dizem respeito as informações da etiqueta e da folha		Algodão 60 °C e 40 °C + Intensivo ⁴⁾	
Duração do programa normal			
Algodão 60 °C com carga máxima	min	239	
Algodão 60 °C com carga parcial	min	191	
Algodão 40 °C com carga parcial	min	171	
Tempo de pesagem no modo ligado	min	2	
Emissão de ruídos			
Lavagem	dB (A) re 1 pW	62	62
Centrifugação	dB (A) re 1 pW	79	76
Dimensões			
Dimensões do aparelho	Altura	mm	850
	Largura	mm	600
	Profundidade ⁵⁾	mm	550
Peso líquido	kg	64	
Peso bruto	kg	66	
Peso da embalagem	kg	2	
Pressão da água	kPa	50-800	
Ligação eléctrica			
Tensão	V	220-240	
Consumo energético	W	2000-2400	
Frequência	Hz	50	
Nome da empresa		Samsung Electronics Co., Ltd.	

Anexo 29

Electrobombas



Electrobombas centrifugas periféricas

Serie FUCSIA



FM-50



FM-B

APLICACIONES

Electrobombas periféricas ideales para instalaciones donde se precisen presiones elevadas y caudales reducidos.

MATERIALES

Eje de acero inoxidable AISI 420.
Cuerpo de bomba y turbina en latón.
Cierre mecánico de alta calidad.
Tornillería en acero inoxidable.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Bombas monobloc.
Motor cerrado con ventilación externa.
Protección IP-44.
Aislamiento clase F.
Temperatura máxima del agua 80 °C.

APPLICATIONS

Peripheral electro-pumps suitable for installations where high pressure and reduced flows are required.

MATERIALS

AISI 420 stainless steel shaft.
Pump body and impeller in brass.
High quality mechanical seals.
Stainless steel screws.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Close-coupled pump.
Enclosed motor with external ventilation.
IP-44 protection.
F class insulation.
Maximum water temperature 80 °C.

Modelo Model Modèle	P2		I (A)			Ø		Altura manométrica / Height / Hauteur (m)								
	KW	CV	1 ~ 230V	3 ~ 230V	3 ~ 400V	Asp	Imp	10	15	20	25	30	35	40	45	50
FT-50	0,37	0,5	-	1,7	1	1"	1"	2000	1600	1300	1150	800	300			
FM-50	0,37	0,5	2,5	-	-	1"	1"	2000	1600	1300	1150	800	300			
FT-B	0,9	1,2	-	3,8	2,7	1"	1"		3000	2500	2200	1800	1200	1000	900	600
FM-B	0,9	1,2	5	-	-	1"	1"		3000	2500	2200	1800	1200	1000	900	600

Con estos modelos pueden montarse nuestros grupos de presión Perbox (Consultar páginas 96-97).
Our Perbox pressure units can be mounted with these models. (See page 96-97).

Anexo 30

Electrobombas para piscinas



Electrobombas autoaspirantes para piscinas Serie JAGUAR

NOVEDAD



IE2

JAGUAR 150 M

APLICACIONES

Electrobombas centrífugas autoaspirantes con prefiltro de cestillo ideal para equipos de depuración de piscinas.

MATERIALES

Cuerpo bomba y cuerpo de unión bomba-motor en polipropileno con fibra de vidrio.
Difusor en Luranyl® y turbina en Noryl®.
Eje en acero inoxidable AISI 316.
Cierre mecánico de Grafito / Óxido de alumina con junta NBR y parte metálica en AISI 316, permitiendo que sea apta para trabajar con agua salada.
Tornillería en acero inoxidable.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Bombas centrífugas autoaspirantes hasta 2 m. con prefiltro incorporado de 4,7 litros de capacidad.
Motor cerrado de eficiencia IE2 con ventilación externa.
Protección IP-55 y aislamiento clase F.
Todos los motores monofásicos incorporan condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático.
Temperatura máxima del agua 35°C.
Intensidad sonora de 70 dBA.
Todos los modelos incorporan de serie llave para apertura de la tapa del prefiltro y rácores para encolar con diámetro interior Ø50mm (recomendado para los modelos de 0,5CV - 0,75CV - 1CV) y diámetro exterior Ø63mm (recomendado para los modelos de 1,5CV - 2CV).
Los modelos de 3CV también incorporan rácores para encolar de Ø75mm.

APPLICATIONS

Self-suction centrifugal electro-pumps with basket prefilter suitable for swimming-pool cleaning equipments.

MATERIALS

Body pump and pump-motor junction body in polypropylene with fiberglass.
Diffuser in Luranyl® and impeller in Noryl®.
AISI 316 stainless steel shaft.
Mechanical seal in Graphite / Oxide of alumina with NBR joint and metallic part in AISI 316, allowing it to be suitable to work with saltwater.
Stainless steel screws.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Self-priming centrifugal pumps up to 2 m. with built-in prefilter of 4,7 liters.
Enclosed motor of IE2 efficiency with external ventilation.
IP-55 protection and F class insulation.
All single-phase motors include capacitor and thermoamperometric protection of automatic restart.
Maximum water temperature 35°C.
70 dBA sound intensity.
All models include built-in key for opening the prefilter cover and fittings for gluing of Ø50mm inner diameter (recommended for models from 0,5CV - 0,75CV to 1CV) and Ø63mm outer diameter (recommended for models from 1,5CV to 2CV).
Ø75mm fittings for gluing are also included in 3CV models.

Modelo Model Modèle	P1		P2		I (A)			Ø		Altura manométrica / Height / Hauteur (m)									Piscina Swim. pool Piscine
	kW	kW	CV	1 ~ 230V	3 ~ 230V	3 ~ 400V	Asp	Imp	4	6	8	10	12	14	16	18	20		
JAGUAR 50 M	0,68	0,37	0,5	3	-	-	50/63	50/63	13,1	12	10	7	4,5					50 m ³	
JAGUAR 50 T	0,55	0,37	0,5	-	1,9	1,1	50/63	50/63	13,1	12	10	7	4,5					50 m ³	
JAGUAR 75 M	0,82	0,55	0,75	3,5	-	-	50/63	50/63	17,5	16	14	11	7,5	3				70 m ³	
JAGUAR 75 T	0,82	0,55	0,75	-	2,8	1,6	50/63	50/63	17,5	16	14	11	7,5	3				70 m ³	
JAGUAR 100 M	1,05	0,75	1	4,9	-	-	50/63	50/63	22,2	20	18	16	14	11	6			90 m ³	
JAGUAR 100 T	1,02	0,75	1	-	3,1	1,8	50/63	50/63	22,2	20	18	16	14	11	6			90 m ³	
JAGUAR 150 M	1,46	1,1	1,5	6,8	-	-	50/63	50/63	27,5	27	24	21,5	18	14	10			120 m ³	
JAGUAR 150 T	1,40	1,1	1,5	-	4,5	2,6	50/63	50/63	27,5	27	24	21,5	18	14	10			120 m ³	
JAGUAR 200 M	1,85	1,5	2	8,1	-	-	50/63	50/63		32	29	26	23	18	12	6		150 m ³	
JAGUAR 200 T	1,91	1,5	2	-	6,1	3,5	50/63	50/63		32	29	26	23	18	12	6		150 m ³	
JAGUAR 300 M	2,56	2,2	3	11	-	-	50/63	50/63		39	36	34	30	27	22	17	8	180 m ³	
JAGUAR 300 T	2,40	2,2	3	-	7,8	4,5	50/63	50/63		39	36	34	30	27	22	17	8	180 m ³	

Anexo 31

Perda de carga em tubulações

Tabela A31– 48: Perda de Carga em Tubulações

Perda de Carga em Tubulações (Valores em %)										
Percentagem de perda de carga ao longo de 100 metros de tubulação nova de PVC ou tubos de ferro fundido ou galvanizado										
Vazão m ³ /h	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o
	3/4" (25 mm)		1" (32 mm)		1 1/4" (40 mm)		1 1/2" (50 mm)		2" (60 mm)	
0,5	1,5	1,3	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1		
1,0	4,9	4,8	1,6	1,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1
1,5	10,0	10,1	3,3	3,4	0,9	0,9	0,5	0,4	0,1	0,1
2,0	16,5	17,2	5,4	5,8	1,4	1,5	0,8	0,7	0,2	0,2
2,5	24,4	26,1	8,0	8,8	2,1	2,3	1,2	1,1	0,4	0,3
3,0	33,6	36,5	11,0	12,3	2,9	3,2	1,6	1,5	0,5	0,5
3,5	44,0	48,6	14,4	16,4	3,8	4,2	2,1	2,0	0,6	0,6
4,0	55,6	62,2	18,2	21,0	4,8	5,4	2,7	2,6	0,8	0,8
4,5	68,3	77,3	22,3	26,1	6,0	6,7	3,3	3,2	1,0	1,0
5,0	82,2	94,0	26,8	31,7	7,2	8,1	4,0	3,9	1,2	1,2
5,5	97,1		31,7	37,8	8,5	9,7	4,7	4,6	1,4	1,4
6,0			36,9	44,4	9,9	11,4	5,4	5,4	1,6	1,7
6,5			42,5	51,5	11,3	13,2	6,3	6,3	1,9	2,0
7,0			48,4	59,1	12,9	15,2	7,1	7,2	2,1	2,3
7,5			54,6	67,1	14,6	17,2	8,0	8,2	2,4	2,6
8,0			61,1	75,6	16,3	19,4	9,0	9,2	2,7	2,9

Anexo 32

Imagens da residência



Anexo 33

Disjuntor-motor

Disjuntor-motor MPW12

Tabela de seleção

Disjuntor-motor MPW12 até 12 A - termomagnético ou somente magnético

- Terminal tipo mola
- Permite manobra e proteção contra sobrecarga e curto-circuito de motores elétricos
- Disparador de curto-circuito fixo no valor de 13 vezes a corrente nominal máxima do disjuntor
- Sensível à falta de fase de acordo com norma IEC 60947-4-1
- Compensação de variações na temperatura ambiente
- Permite o uso como chave geral (IEC 60947-2)
- Autoprotégido contra curto-circuito até 6,3 A em 500 V_{CA}
- Disjuntor-motor termomagnético com proteção contra sobrecarga (classe 10)



Disjuntor-motor termomagnético MPW12 - proteção contra sobrecarga e curto-circuito

Tabela orientativa para seleção da proteção de motores trifásicos 50 Hz - 4 polos ¹⁾			Corrente nominal	Faixa de ajuste da corrente nominal	Disparo magnético instantâneo 13x I _n	Terminal mola		Peso
220-240 V	380-415 V	440-480 V	I _n (A)	I _n (A)	I _m (A)	Referência	Código	kg
cv / kW	cv / kW	cv / kW						
-	-	-	0,16	0,1...0,16	2,08	MPW12-3-0018S	12500989	0,28
-	-	-	0,25	0,16...0,25	3,25	MPW12-3-0025S	12500990	
-	-	0,16 / 0,12	0,4	0,25...0,4	5,2	MPW12-3-0004S	12500992	
-	0,16 / 0,12	0,25 / 0,18	0,63	0,4...0,63	8,2	MPW12-3-0063S	12500991	
0,16 / 0,12	0,33 / 0,25	0,33 / 0,25	1	0,63...1	13	MPW12-3-0001S	12500996	
0,33 / 0,25	0,5 / 0,37	1 / 0,75	1,6	1...1,6	20,8	MPW12-3-0016S	12500993	
0,5 / 0,37	1 / 0,75	1,5 / 1,1	2,5	1,6...2,5	32,5	MPW12-3-0025S	12500994	
1 / 0,75	2 / 1,5	2 / 1,5	4	2,5...4	52	MPW12-3-0004S	12500997	
1,5 / 1,1	3 / 2,2	4 / 3	6,3	4...6,3	82	MPW12-3-0063S	12500995	
3 / 2,2	6 / 4,5	7,5 / 5,5	10	6,3...10	130	MPW12-3-0010S	12501028	
4 / 3	7,5 / 5,5	7,5 / 5,5	12	8...12	156	MPW12-3-0012S	12501029	

Anexo 34

Estimativa dos Custos

Tabela A25.2 – 40: Estimativa dos custos

Designação	Qtd	P.Unitario	Total
Tubo gris 20mm (rolo c/100m)	6	2032,66	12 195,96
Cx quadro int.metal. 72 MOD 4r 00.046 (421x613x130)	1	10 046,93	10 046,93
Cx contador credelec S/aro int.p140 (230x382x140)	1	2617,76	2 617,76
CX coluna cad 1x32/63 A (310x255x125)	1	3348	3 348,00
Caixa aparelhagem funda 56	150	17,52	2 628,00
Uniao tubo vd 20	100	3,19	319,00
Curva vd 20	20	32,51	650,20
Electrodo terra 2.00MT -2Rosca	9	540	4 860,00
Abacadeira p/electrodo terra jobasi	9	85	765,00
			-
Cabo XAV/VAV (NYBY) 3x6	25	407,21	10 180,25
Cabo XV/VV (PBMR) 4x2.5 CR	25	202,91	5 072,75
Cabo XV/VV (PBMR) 3x4 CR	20	217,6	4 352,00
FIO V (PBT) 1,5 Preto	200	23,2	4 640,00
FIO V (PBT) 1,5 cinzento	200	23,2	4 640,00
FIO V (PBT) 1,5 Castanho	200	23,15	4 630,00
FIO V *PBT) 1,5 Azul	500	23,2	11 600,00
Fio V (PBT) 2,5 Preto	200	37,42	7 484,00
FIO V (PBT) 2,5 Cinzento	200	37,42	7 484,00
FIO V (PBT) 2,5 Castanho	200	37,42	7 484,00
FIO v (pbt) 2,5 Azul	400	37,42	14 968,00
Cobre nu 16mm	20	239,72	4 794,40
			-
Interruptor d/corte bipolar 2P 2x32A LEGRAND DX3	2	692,52	1 385,04
Interruptor d/corte tetra 2x63A LEGRAND DX3	1	2214,22	2 214,22
Disjuntor unipolar 1x10A 4,5KVA LEGRAND	13	194,92	2 533,96
Disjuntor unipolar 1x16A 4,5KVA LEGRAND	15	195,1	2 926,50
Disjuntor unipolar 1x256A 4,5KVA LEGRAND	2	236,18	472,36
Interruptor DIF 4P 40A 30MA LEGRAND	1	4583	4 583,00
Seccionador porta fusivel 10x38 2A 500V LEGRAND	3	750	2 250,00
FUSIVEL CILINDRICO 10x38 2A 500V LEGRAND	3	101,7	305,10
FUSIVEL NH00 80A MATEL 1x5	3	165	495,00
Base fusivel NH00 MATEL 1x108	3	170	510,00
Barramento de escada (repartidor) 8MOD 4P 125A	1	2828,6	2 828,60
Barramento de escada isolado BBT-1-12 Furos Azul 1x20	3	94,3	282,90
Barramento de escada isolado BBT-1-12 Furos verde 1x20	1	94,3	94,30
Fotocelula 10A 220V Racer	2	410	820,00
Sinalizador luminosos LED LEGRAND Verde	1	733,87	733,87
Sinalizador luminosos LED LEGRAND Vermelho	1	733,87	733,87
Sinalizador luminosos LED LEGRAND Laranja	1	733,87	733,87
Ligador rapido compacto 5x2.5mM VERM 1x100 MATEL	250	13,78	3 445,00
Fita isoladora verde c/10M NET2-02105	1	42,2	42,20
DOWNLIGHT SPOT VALUE 5W 6500k 420lm LEDV	106	291,5	30 899,00
FITA LED VALUE FLEX HV 4.5W/6500k 220V (METE)	100	245	24 500,00
Transformador Fita LED 50M (KIT) LEDVANCE osram	7	255	1 785,00
Tomada 2P+T Schuko branco LEGRAND NEW SUNO	60	248,03	14 881,80
Espelho simples branco LEGRAND NEW SUNO 1x30	60	51,05	3 063,00
Sensor de movimento de tecto Encastrar (360 - 4M) MAT	7	1019,46	7 136,22
Kit de 4 câmeras de segurança KIT HIKVISION	1		9 999,00
Total com IVA			283 520,31

ANEXO 35.0 – ACTAS DOS ENCONTROS REGULARES 1 de 4

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNIA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA | 2023ELTLD08

Data | 12/04/2023

1. AGENDA:

Melhorar o TAT, aspectos gerais do trabalho, metodologia, resumo teórico.

2. PRESENCAS

Supervisor	Eng.º Helder Nhambe	<i>Helder Nhambe</i>
Co-Supervisor		
Estudante	Michel Acácio Cuambe	<i>Michel Acácio Cuambe</i>
Outros		

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Avaliação dos capítulos 1 e 2
Instrução sobre os capítulos subsequentes, metodologia a usar, métodos de cálculos.

4. RECOMENDAÇÕES:

Corrigir erros ortográficos

Melhorar estruturação

Rever literatura

5. OBSERVAÇÕES

6. DATA DO PROXIMO ENCONTRO | 29/06/2023

ANEXO 35.1 – ACTAS DOS ENCONTROS REGULARES 2 de 4

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNIA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2023ELTLD08
--------------------	-------------

Data	29/06/2023
------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do avanço do trabalho e correcções

2. PRESENÇAS

Supervisor	Eng.º Helder Nhambe	<i>Helder Nhambe</i>
Co-Supervisor		
Estudante	Michel Acácio Cuambe	<i>Michel Acácio Cuambe</i>
Outros		

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Avaliação de todos os aspectos organizacionais e técnicos do relatório
--

Apresentação de cálculos e correcções

4. RECOMENDAÇÕES:

Organizar os cálculos de acordo com as normas estabelecidas

Elaborar conclusão segundo os objectivos e recomendações
--

Elaborar os anexos obedecendo a paginação

5. OBSERVAÇÕES

6. DATA DO PROXIMO ENCONTRO	30/09/2023
-----------------------------	------------

ANEXO 35.2 – ACTAS DOS ENCONTROS REGULARES 3 de 4

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNIA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2023ELTLD08
--------------------	-------------

Data	30/09/2023
------	------------

1. AGENDA:

Considerações finais para conclusão do trabalho

2. PRESENCAS

Supervisor	Eng.º Helder Nhambe	<i>Helder Nhambe</i>
Co-Supervisor		
Estudante	Michel Acácio Cuambe	<i>Michel Acácio Cuambe</i>
Outros		

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Revisão de todo o trabalho

4. RECOMENDAÇÕES:

Melhorar a conclusão e estruturação

5. OBSERVAÇÕES

--

6. DATA DO PROXIMO ENCONTRO	30/10/2023
-----------------------------	------------

ANEXO 35.3 – ACTAS DOS ENCONTROS REGULARES 4 de 4

ACTA DE ENCONTROS REGULARES



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNIA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA	2023ELTLD08
--------------------	-------------

Data	30/10/2023
------	------------

5. AGENDA:

Assinatura e dicas para o slide de defesa

6. PRESENCAS

Supervisor	Eng.º Helder Nhambe	<i>Helder Fran. Nhambe</i>
Co-Supervisor		
Estudante	Michel Acácio Cuambe	<i>Michel Acácio Cuambe</i>
Outros		

7. RESUMO DO ENCONTRO:

Assinaturas

Dicas do slide para apresentação do trabalho

8. RECOMENDAÇÕES:

Elaborar slide focando nos tópicos principais e obedecendo as normas

5. OBSERVAÇÕES

ANEXO 36 – RELATÓRIO DE PROGRESSO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Relatório de Progresso

REFERÊNCIA DO TEMA	2023ELTLD08
--------------------	-------------

1. ACTIVIDADES PLANIFICADAS

ACTIVIDADE	PRAZO PREVISTO
1. Elaborar capítulo 1	
2. Elaborar o capítulo 2	
3. Desenvolver o capítulo 3	
4. Rever os capítulos 1, 2 e 3	
5. Elaborar o capítulo 4 e anexos	

2. CONTROLE DE EXECUÇÃO

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1	30/03/2023	30	Elaborar o capítulo 1	F
	12/04/2023	60	Melhorar os objectivos, metodologia	
	21/04/2023	100	Pode avançar com o capítulo subsequente	
2	03/05/2023	20	Elaborar o resumo teórico	F
	12/05/2023	60	Desenvolvimento das teorias a serem aplicadas no projecto	
	21/05/2023	100	Pode avançar com o capítulo subsequente	
3	23/05/2023	15	Desenvolver o projecto, cálculos e dimensionamentos	F
	26/05/2023	50	Elaborar os desenhos técnicos	
	07/06/2023	70	Pode avançar com o capítulo subsequente	
4	16/06/2023	30	Rever todo o trabalho, paginação a obedecer e organizar	F
	21/06/2023	60	Corrigir os calculos	
	26/06/2023	100	Avançar para o capítulo subsequente	
5	30/06/2023	50	Elaborar os anexos obedecendo a paginação, conclusão e recomendação	F
	06/07/2023	90	Compilar todas as informações num só documento bem estruturado	
	30/09/2023	100	Melhorar a conclusão e estruturação do trabalho e índice	