

**FACULDADE PATOS DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

FLÁVIO HENRIQUE DE OLIVEIRA NUNES

**PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL:
desenvolvimento e comparação com software de
projetos elétricos**

**PATOS DE MINAS
2017**

FLÁVIO HENRIQUE DE OLIVEIRA NUNES

**PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL:
desenvolvimento e comparação com software de
projetos elétricos**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Patos de Minas
como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof.^o Esp. Igor Nunes
Caixeta

**PATOS DE MINAS
2017**

FLÁVIO HENRIQUE DE OLIVEIRA NUNES

PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL: desenvolvimento e comparação com software de projetos elétricos.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Patos de Minas como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica –
FACULDADE PATOS DE MINAS

Data: 08 de novembro de 2017.

Prof.º Esp. Igor Nunes Caixeta
Orientador

Prof.º.
Examinador

Prof.º.
Examinador

Aprovado ()

Reprovado ()

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu saúde e força para começar e concluir esta etapa de minha vida.

Agradeço também minha família, em especial minha mãe por sempre estar ao meu lado e minha madrinha Maria Helena pelo apoio e carinho que teve comigo.

Agradeço também aos meus colegas de curso que a 5 anos começaram essa jornada junto comigo, sempre unidos, um ajudando o outro para que todos chegassem ao objetivo final, tornarmos engenheiros eletricitas.

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho em especial aos engenheiros Célio, Alan, Rafael e Gilson pela parceria no trabalho do dia a dia.

Finalmente agradeço a todos os professores que estiveram conosco nesse período, em especial ao meu orientador e professor Igor, e ao coordenador Guilherme que sempre procurou nos ajudar.

RESUMO

O desenvolvimento do presente trabalho se fez pela necessidade de verificar a confiabilidade do software Lumine. O software é bastante utilizado pelos profissionais de engenharia, para elaboração de projetos elétricos, visto que utiliza a plataforma CAD, sendo de fácil manuseio. O objetivo do trabalho, foi de um estudo de caso para comparação entre os cálculos do programa e cálculos manuais, seguindo as normas vigentes, garantindo ao profissional e ao cliente final, garantias de que o projeto e a instalação elétrica serão confiáveis. Portanto, o cálculo manual é mais propício para projetos de menor porte por exigir menos cálculos e detalhamento pouco complexos, enquanto nos projetos de maior porte, o uso do software é imprescindível, garantindo uma redução no tempo gasto para a elaboração. Para que um projeto elétrico residencial seja bem elaborado e se obtenha um bom resultado, seja através de software ou manualmente, sempre será necessário um estudo, para escolher qual melhor opção.

Palavras-chave: Software, Projetos, Cálculo, Instalação, Manual.

ABSTRACT

The development of this work was done by the need to verify the reliability of Lumine software. The software is widely used by engineering professionals for the elaboration of electrical projects, since it uses the CAD platform and is easy to handle. The objective of the study was to compare the program calculations and manual calculations, following the current norms, guaranteeing to the professional and the final customer, guarantees that the project and the electrical installation will be reliable. Therefore, manual calculation is more conducive to smaller projects because it requires less complex calculations and detailing, while in larger projects, the use of software is essential, guaranteeing a reduction in the time spent for the elaboration. In order for a building electrical project to be well-prepared and obtain a good result, either through software or manually, a study is always necessary to choose the best option.

Keywords: Software, Projects, Calculation, Installation, Manual.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	O projeto como iteração dos sujeitos envolvidos.....	10
Figura 2	Diagrama do sistema elétrico.....	11
Figura 3	Linhas de transmissão.....	13
Figura 4	Rede pública de baixa tensão.....	14
Figura 5	Conceito de projeto como transição entre dois estados.....	15
Figura 6	Esquema de um circuito elétrico fechado.....	16
Figura 7	Triângulo de potências.....	18
Figura 8	Processo iterativo cálculo método de lumens.....	20
Figura 9	Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço).....	21
Figura 10	Seções mínimas de condutores fase.....	24
Figura 11	Cálculo da corrente de projeto.....	25
Figura 12	Método de instalação.....	25
Figura 13	Fatores de correção.....	25
Figura 14	K1 (Fator de correção para temperatura).....	26
Figura 15	K2 (Fator de correção para resistividade térmica do solo).....	26
Figura 16	K3 (Fator de correção para agrupamento de circuitos).....	26
Figura 17	Aplicando os fatores de correção.....	27
Figura 18	Limites de queda de tensão a partir do ponto de entrega.....	27
Figura 19	Cálculo da queda de tensão pelo método 1.....	28
Figura 20	Características de atuação dos dispositivos.....	28
Figura 21	Características de proteção.....	29
Figura 22	Equações.....	30
Figura 23	Redução do condutor neutro.....	31

Figura 24	Seção do condutor de proteção.....	32
Figura 25	Equação para cálculo dos eletrodutos.....	32
Figura 26	Seções de eletrodutos.....	33
Figura 27	Equação iluminação direta e indireta.....	52
Figura 28	Equação iluminação direta e indireta.....	53
Figura 29	Equação iluminação direta e indireta.....	53
Figura 30	Determinação do fluxo luminoso.....	54
Figura 31	Determinação do número de luminárias.....	54
Figura 32	Determinação do número de luminárias.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 01.....	36
Tabela 2	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 02.....	36
Tabela 3	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 03.....	37
Tabela 4	Cálculo Luminotécnico – Varanda.....	37
Tabela 5	Cálculo Luminotécnico – Garagem.....	37
Tabela 6	Cálculo Luminotécnico – Sala Estar.....	38
Tabela 7	Cálculo Luminotécnico – Sala de Jantar.....	38
Tabela 8	Cálculo Luminotécnico – Cozinha.....	38
Tabela 9	Cálculo Luminotécnico – Dormitório 01.....	39
Tabela 10	Cálculo Luminotécnico – Dormitório 02.....	39
Tabela 11	Cálculo Luminotécnico – Suite.....	39
Tabela 12	Cálculo Luminotécnico – Banho Social.....	40
Tabela 13	Cálculo Luminotécnico – Banho Suite.....	40
Tabela 14	Cálculo Luminotécnico – Closet.....	40
Tabela 15	Cálculo Luminotécnico – Despensa.....	41
Tabela 16	Cálculo Luminotécnico – Espaço Gourmet.....	41
Tabela 17	Cálculo Luminotécnico – Lavanderia.....	41
Tabela 18	Cálculo Luminotécnico – Lavabo.....	42
Tabela 19	Cálculo Luminotécnico – Guarita.....	42
Tabela 20	Dimensionamento do Circuito 1.....	43
Tabela 21	Dimensionamento do Circuito 2.....	43
Tabela 22	Dimensionamento do Circuito 3.....	44
Tabela 23	Dimensionamento do Circuito 4.....	44
Tabela 24	Dimensionamento do Circuito 5.....	45

Tabela 25	Dimensionamento do Circuito 6.....	45
Tabela 26	Dimensionamento do Circuito 7.....	46
Tabela 27	Dimensionamento do Circuito 8.....	46
Tabela 28	Dimensionamento do Circuito 9.....	47
Tabela 29	Dimensionamento do Circuito 10.....	47
Tabela 30	Dimensionamento do Circuito 11.....	48
Tabela 31	Dimensionamento do Circuito 12.....	48
Tabela 32	Dimensionamento do Circuito 13.....	49
Tabela 33	Dimensionamento do Circuito 14.....	49
Tabela 34	Dimensionamento do Circuito 15.....	50
Tabela 35	Dimensionamento do Circuito 16.....	50
Tabela 36	Quadro de Distribuição.....	51
Tabela 37	Quadro de Medição.....	51
Tabela 38	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 01.....	56
Tabela 39	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 02.....	57
Tabela 40	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 03.....	58
Tabela 41	Cálculo Luminotécnico – Varanda.....	59
Tabela 42	Cálculo Luminotécnico – Garagem.....	60
Tabela 43	Cálculo Luminotécnico – Sala Estar.....	61
Tabela 44	Cálculo Luminotécnico – Sala de Jantar.....	62
Tabela 45	Cálculo Luminotécnico – Cozinha.....	63
Tabela 46	Cálculo Luminotécnico – Dormitório 01.....	64
Tabela 47	Cálculo Luminotécnico – Dormitório 02.....	65
Tabela 48	Cálculo Luminotécnico – Suite.....	66
Tabela 49	Cálculo Luminotécnico – Banho Social.....	67

Tabela 50	Cálculo Luminotécnico – Banho Suite.....	68
Tabela 51	Cálculo Luminotécnico – Closet.....	69
Tabela 52	Cálculo Luminotécnico – Despensa.....	70
Tabela 53	Cálculo Luminotécnico – Espaço Gourmet.....	71
Tabela 54	Cálculo Luminotécnico – Lavanderia.....	72
Tabela 55	Cálculo Luminotécnico – Lavabo.....	73
Tabela 56	Cálculo Luminotécnico – Guarita.....	74
Tabela 57	Quantidade de Tomadas.....	75
Tabela 58	Quadro de Distribuição - Parte-1.....	76
Tabela 59	Quadro de Distribuição - Parte-2.....	77
Tabela 60	Quadro de Distribuição - Parte-3.....	78
Tabela 61	Quadro de Distribuição - Parte-4.....	79
Tabela 62	Quadro de Distribuição - Parte-5.....	80
Tabela 63	Quadro de Distribuição - Parte-6.....	81
Tabela 64	Quadro de Distribuição - Parte-7.....	82
Tabela 65	Carga Instalada.....	82
Tabela 66	Fatores de demanda para iluminação e tomadas das unidades consumidoras residenciais.....	83
Tabela 67	Fatores de demanda para aparelhos eletro domésticos, de aquecimento, de refrigeração e condicionadores de ar.....	84
Tabela 68	Dimensionamento da proteção da medição.....	85
Tabela 69	Dimensionamento para unidades consumidoras urbanas ou rurais atendidas por redes de distribuição secundarias trifásica (127/220V) – Ligação a 4 fios.....	85
Tabela 70	Tabela comparativa de dados Software/Manual – Luminotécnico.....	87
Tabela 71	Tabela comparativa de dados Software/Manual – Circuitos, quadro de distribuição e quadro de medição.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL Agencia Nacional de Energia Elétrica

ART Anotação de Responsabilidade Técnica

BT Baixa Tensão

BTU British thermal unit (Unidade Térmica Britânica)

CAD Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)

CEMIG Companhia Energética de Minas Gerais

CONFEA Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DDP Diferença de Potencial Elétrico

DPS Dispositivo de Proteção contra Surtos

DR Disjuntor Diferencial Residual

FP Fator de Pôtença

I Corrente

IB Corrente de Projeto

HZ Hertz

KVA Quilo Volt Amper

KVAr Quilo Volt Amper reativo

KW Quilo Wat

LED Light Emitting Diode (diodo emissor de luz)

NBR Normas Técnicas Brasileiras

ONS Operador Nacional do Sistema

QD Quadro de Distribuição

QM Quadro Medidor

R Resistência

SI Sistema Internacional de Unidades

TUE Tomada de Uso Específico

TUG Tomada de Uso Geral

V Tensão

ANEXOS

ANEXO A – Visão 3D gerada pelo software.

ANEXO B – Projeto arquitetônico.

ANEXO C – Projeto elaborado pelo software.

ANEXO D – Projeto elaborado manualmente.

ANEXO E – Imagens da interface do software.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	CONCEITOS BÁSICOS PARA PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS	10
2.1	Generalidades	10
2.2	Geração	12
2.3	Transmissão	12
2.4	Distribuição	13
2.5	O conceito de projeto	14
2.6	A responsabilidade profissional do projetista	15
2.7	Conceitos básicos necessários aos projetos das instalações elétricas	16
2.7.1	<i>Corrente elétrica</i>	16
2.7.2	<i>Diferença de potencial ou tensão elétrica</i>	17
2.7.3	<i>Resistência elétrica</i>	17
2.7.4	<i>Potência elétrica</i>	18
2.7.4.1	<i>Potência ativa</i>	18
2.7.4.2	<i>Potência reativa</i>	19
2.7.4.3	<i>Potência aparente</i>	19
2.7.5	Fator de potência	19
2.8	Planejamento da instalação	19
2.8.1	<i>Documentação da instalação</i>	19
2.8.2	<i>Previsão de cargas</i>	20
2.8.2.1	<i>Iluminação</i>	20
2.8.2.2	<i>Número de tomadas</i>	21
2.8.2.3	<i>Potências atribuíveis aos pontos de tomada</i>	22
2.9	Divisão da instalação	23
2.10	<i>Critérios de dimensionamento</i>	23
2.10.1	<i>Dimensionamento dos condutores</i>	24
2.10.2	<i>Dimensionamento dos condutores neutro e terra</i>	31
2.10.3	<i>Dimensionamento dos eletrodutos</i>	32
2.10.4	<i>Dimensionamento dos DR's</i>	33
2.10.5	<i>Dimensionamento dos disjuntores</i>	34
3	ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO	34
3.1	<i>Etapas a serem seguidas</i>	34
3.2	<i>Descrição da edificação para elaboração do projeto elétrico</i>	34
4	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ELÉTRICO COM SOFTWARE	35
4.1	Software Lumine	35
4.2	Cálculos	36
4.2.1	<i>Cálculo luminotécnico</i>	36
4.3	Dimensionamento ar condicionado	42
4.4	Dimensionamento do número de tomadas	42

4.5	Dimensionamento dos circuitos.....	43
4.6	Dimensionamento do quadro de distribuição.....	51
4.7	Dimensionamento do quadro de medição (CEMIG).....	51
5	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ELÉTRICO	
	MANUALMENTE.....	51
5.1	Cálculos.....	52
5.2	Cálculo luminotécnico.....	52
5.2.1	<i>Cálculo do índice do recinto.....</i>	52
5.2.2	<i>Determinação do fator de utilização.....</i>	53
5.2.3	<i>Determinação do fluxo luminoso</i>	54
5.2.4	<i>Determinação do número de luminária.....</i>	54
5.2.5	<i>Distribuição das luminárias.....</i>	54
5.3	Dimensionamento da quantidade de tomadas.....	75
5.4	Dimensionamento do quadro de distribuição.....	76
5.4.1	<i>Critério de dimensionamento seção mínima.....</i>	76
5.4.2	<i>Critério de dimensionamento capacidade de condução de corrente.....</i>	77
5.4.3	<i>Critério de dimensionamento queda de tensão.....</i>	78
5.4.4	<i>Critério de dimensionamento sobrecarga.....</i>	79
5.4.5	<i>Critério de dimensionamento curto circuito.....</i>	80
5.4.6	<i>Critério de dimensionamento choques elétricos.....</i>	81
5.4.7	<i>Resultados obtidos.....</i>	71
5.5	Dimensionamento do quadro de medição (CEMIG).....	82
5.6	Cálculo de demanda.....	83
6	COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS.....	86
	CONCLUSÃO.....	92
	REFERÊNCIAS.....	93
	ANEXOS.....	94

1. INTRODUÇÃO

Para que uma obra seja iniciada, primeiramente são necessários alguns procedimentos, como a elaboração dos projetos e emissão da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica). Embora o projeto elétrico não ser obrigatório em muitas situações, a elaboração do mesmo é de suma importância para a confiabilidade da instalação elétrica, garantindo mais segurança ao usuário, ao patrimônio e ao meio ambiente.

Portanto o presente trabalho partiu-se da problematização, se o software Lumine possui condições de garantir confiabilidade na elaboração de um projeto elétrico, segundo as normas vigentes, pois o mesmo é muito utilizado por profissionais da engenharia elétrica.

Já que tanto a máquina quanto homem podem falhar, sendo o homem capaz de manipular ou não os resultados da máquina.

Sendo assim, objetivou-se em desenvolver um projeto elétrico residencial de baixa tensão, em conformidade com as normas da ABNT e concessionária local, de tal forma a garantir a segurança da instalação. Especificamente: realizar os cálculos manuais, posteriormente, via software Lumine e, por fim a comparação de ambos os resultados.

Assim, após a coleta dos dados inerentes as características do projeto arquitetônico e das necessidades do cliente, o primeiro passo foi desenvolvido baseado na fundamentação teórica da literatura relacionada ao tema do presente trabalho, com a elaboração de cálculos de dimensionamento da instalação elétrica como um todo.

Já o segundo passo foi desenvolvido a partir do mesmo projeto, com as mesmas características, porém utilizando o software para instalações elétricas realizando, também, o dimensionamento da instalação.

Por fim, o terceiro passo, foi à comparação do resultado entre os dois passos anteriores.

Logo a metodologia do presente trabalho, trata-se de um método comparativo, aliado a uma revisão de literatura pelo método qualitativo por meio de pesquisa bibliográfica, onde se buscou pesquisar as práticas teóricas, a fim de

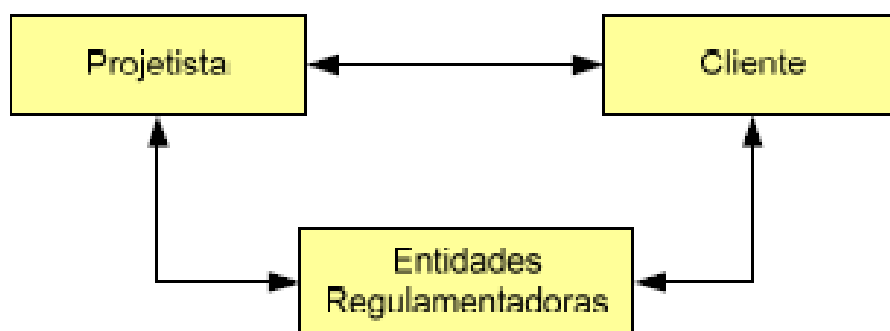
comparar e mostrar a importância do conhecimento técnico no desenvolvimento do mesmo.

2. CONCEITOS BÁSICOS PARA PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Para que um projeto elétrico seja elaborado de forma a garantir segurança e economia para o cliente é necessário antes de tudo, um projeto arquitetônico bem definido e que sejam atendidas as normas da concessionária local e normas da ABNT.

Sobretudo averiguar as necessidades e vontades do seu cliente, para que no final o resultado seja satisfatório, portanto é necessário a interação entre os três principais envolvidos, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - O projeto como interação dos sujeitos envolvidos.



Fonte: VANDERSON (2011)

Logo,

O projeto das instalações elétricas é a previsão escrita da instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajeto dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito e carga total, etc. (CREDER, 2007).

Assim, o mesmo pode ser dividido em 4 partes, sendo elas memorial, conjuntos de plantas, especificações e orçamento.

2.1 Generalidades

Para um projeto elétrico de qualidade e para que a instalação elétrica seja satisfatória, a mesma deverá apresentar características que sejam funcionais e necessárias ao ambiente projetado, afim de uma vida útil da instalação compatível com a da edificação, que seja economicamente viável ao proprietário, que

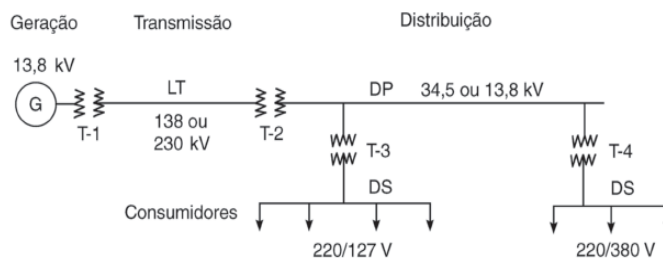
proporcione baixa manutenção e que atenda as normas vigentes, proporcionando segurança e conforto ao usuário.

As instalações elétricas de baixa tensão são regulamentadas pela norma ABNT NBR-5410 de 2004, que se aplica aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1.000V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400HZ, ou a 1.500V em corrente contínua; aos circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1.000V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1.000V em corrente alternada (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos, etc.); a toda fiação e a toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização; às linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos). (CREDER, 2007).

Situada uma das normas mais importantes para a elaboração do presente estudo, faz-se necessário, termos uma percepção sistêmica da instalação predial, no contexto do sistema elétrico brasileiro, conhecendo todas etapas até os consumidores de baixa tensão.

Tal sistema elétrico é possível ser visualizado na Figura 2, no qual está representado na forma de diagrama, retratando os seguintes componentes: geração; transmissão englobando a subestação elevadora (T-1) e a abaixadora (T-2); distribuição.

Figura 2 – Diagrama do sistema elétrico



- G = gerador síncrono de energia (turbina hidráulica ou a vapor)
- T-1 = transformador elevador
- LT = linha de transmissão de energia (transporta a energia até próximo aos centros consumidores)
- T-2 = transformador abaixador
- DP = distribuição primária (dentro da zona urbana, distribui a energia em média tensão)
- T-3 = transformador de distribuição (baixa as tensões para valores utilizáveis em instalações residenciais e comerciais)
- T-4 = idem para instalações industriais;
- DS = distribuição secundária

Fonte: CREDER (2007)

2.2 Geração

A geração de energia elétrica no Brasil é realizada na maior parte, por hidrelétricas, pelo abundante recurso hídrico em nosso país e no período de seca quando a água dos reservatórios chega a um nível muito baixo, a geração é compensada por termelétricas e usinas eólicas.

O Brasil possui no total 4.727 empreendimentos em operação, totalizando 154.226.993 kW de potência instalada. Está prevista para os próximos anos uma adição de 23.489.619 kW na capacidade de geração do país, proveniente dos 254 empreendimentos atualmente em construção e mais 555 em empreendimentos com construção não iniciada. (ANEEL, 2017)

2.3 Transmissão

O sistema de transmissão de energia no Brasil é bastante complexo e como as usinas de energia elétrica são construídas muito distantes das cidades e indústrias, a eletricidade produzida pelos geradores percorrem por longas distâncias através de um complexo sistema de transmissão constituído por estruturas, cabos e equipamentos.

O sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e a maior parte da região Norte. A interconexão dos sistemas elétricos é feita através da malha de transmissão, o que propicia a transferência de energia entre subsistemas, permite a obtenção de ganhos sinérgicos e explora a diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias. A integração dos recursos de geração e transmissão permite o atendimento ao mercado com segurança e economicidade. (ONS, 2017).

Na Figura 3, observam-se em destaque três torres de linhas de transmissão, duas em corrente alternada trifásica e, à frente, uma de corrente contínua (um bipolo de $\pm 600\text{KV}$) (CREDER, 2016).

Figura 3 – Linhas de transmissão



Fonte: CREDER (2007)

2.4 Distribuição

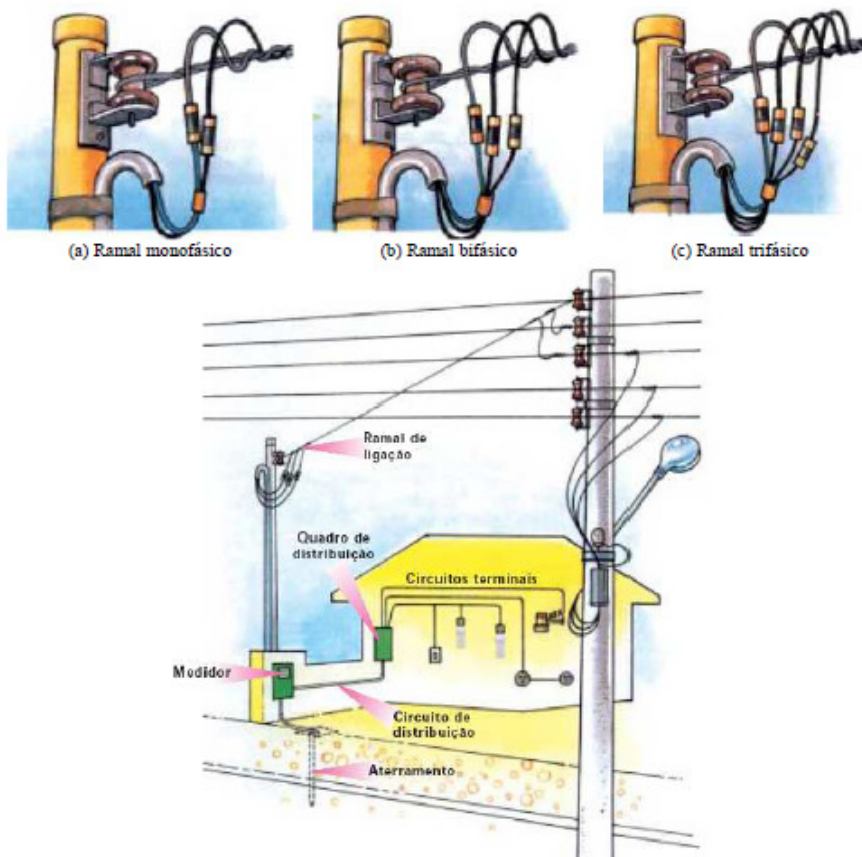
A distribuição é a etapa final do processo de fornecimento de energia, que se faz através das concessionárias de energia elétrica, por meio de redes aéreas ou redes subterrâneas onde são exigidos pelas normas reguladoras.

No estado de Minas Gerais a distribuidora de energia elétrica é a CEMIG, responsável pela maior parte da concessão de energia elétrica no estado.

A distribuição é a parte do sistema elétrico já dentro dos centros de utilização (cidades, bairros, indústrias). A parte final de um sistema elétrico é a subestação abaixadora para a baixa tensão, ou seja, a tensão de utilização (380/220V, 220/127V). No Brasil há cidades onde a tensão fase-neutro é de 220V (Brasília, Recife, etc.) e outras em 127V (Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, etc.) (CREDER, 2007).

No que tange as redes de distribuição primária e secundária, segundo Vanderson (2011) elas “normalmente, são trifásicas e as ligações aos consumidores poderão ser monofásicas, bifásicas ou trifásicas, de acordo com a sua carga”, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Rede pública de baixa tensão.



Fonte: VANDERSON (2011)

A entrada de energia dos consumidores finais é chamada de ramal de entrada ou ramal de ligação, sendo esta única, podendo ser aérea ou subterrânea dependendo da exigência da concessionária local.

Após este ponto, tem-se a medição, alimentadores internos, quadro de distribuição e os circuitos terminais.

2.5 O conceito de projeto

Segundo Lima-Filho (2013) “projetar, no sentido mais geral do termo, é apresentar soluções possíveis de ser implementadas para a resolução de determinados problemas”.

Um projeto de engenharia é o norteador na execução de uma obra, podendo ser civil, mecânica, elétrica, etc. Para o profissional projetista de instalações elétricas prediais que visa atender a necessidade de um cliente e espera um bom resultado e

que cumpra seu objetivo, terá a missão de visualizar a forma mais econômica e segura que a rede de energia será conduzida da rede de distribuição até o ramal de entrada, para que sejam distribuídos até os pontos de utilização de uma residência ou edifício, assim será o objeto de estudo desse profissional.

O projeto é, portanto, uma mediação entre duas situações ou dois estados, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Conceito de projeto como transição entre dois estados.



Fonte: LIMA FILHO (2013)

2.6 A responsabilidade profissional do projetista

O profissional projetista legalmente habilitado e no uso de suas atribuições, deverá sempre prezar por qualidade dos serviços e produtos desenvolvidos para a sociedade, sempre buscando a excelência e a ética.

O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e os Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREAS), autarquias criadas pela Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, têm como objetivo zelar pela defesa da sociedade e do desenvolvimento sustentável do país, observados os princípios éticos profissionais, mediante o cumprimento de suas competências legais. Estas envolvem a verificação, a fiscalização e o aperfeiçoamento do exercício e das atividades das áreas profissionais de agronomia, engenharia, geologia, geografia e meteorologia, bem como suas modalidades e especialidades, em seus níveis superior, tecnológico e técnico (CREA-MG, 2017).

Todo projeto, além de ser elaborado de acordo com as normas, deverá ter seu registro no CREA, através da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), para verificar se o profissional possui atribuições para exercer a atividade nela citada.

A ART funciona como um contrato de prestação de serviços entre contratante e contratado com detalhamento do serviço a ser executado e dados do proprietário,

contratante e profissional, é a garantia para ambos no cumprimento dos serviços e honorários e no caso de alguma fiscalização por parte do CREA.

2.7 Conceitos básicos necessários aos projetos das instalações elétricas

Segundo Creder (2007) “a energia elétrica [...] é utilizada para transmitir e transformar a energia primária da fonte produtora que aciona os geradores em outros tipos de energia que usamos em nossas residências”.

Durante este processo, é necessário conhecer alguns conceitos importantes que estão diretamente envolvidos na elaboração do projeto, apresentados a seguir.

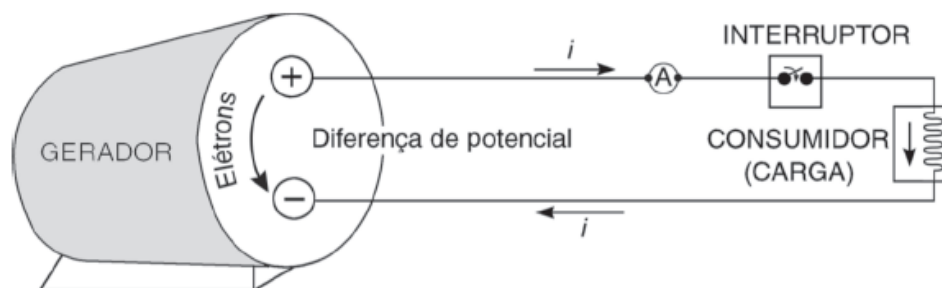
2.7.1 Corrente Elétrica

Segundo Creder (2007), “corrente elétrica consiste no deslocamento de cargas em um condutor, quando em suas extremidades existem diferença de potencial elétrico, esse deslocamento reestabelece o equilíbrio perdido pela ação do campo elétrico ou também por outros meios como atrito, luz, etc.”

“Estas correntes elétricas são responsáveis pela eletricidade considerada utilizável por nós” (SÓ FÍSICA, 2017).

A corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial elétrico (D.D.P./ tensão). E ela é explicada pelo conceito de campo elétrico, ou seja, ao considerar uma carga A positiva e outra B, negativa, então há um campo orientado da carga A para B. Ao ligar-se um fio condutor entre as duas os elétrons livres tendem a se deslocar no sentido da carga positiva, devido ao fato de terem cargas negativas, lembrando que sinais opostos são atraídos conforme ilustra a Figura 6 (SÓ FÍSICA, 2017).

Figura 6 - Esquema de um circuito elétrico fechado.



Fonte: CREDER (2007)

“Destá forma cria-se uma corrente elétrica no fio, com sentido oposto ao campo elétrico, e este é chamado sentido real da corrente elétrica”. (SÓ FÍSICA, 2017).

2.7.2 Diferença de potencial ou tensão elétrica

Para que haja corrente elétrica é necessário que ocorra diferença de potencial e para que o equilíbrio perdido seja novamente repostó é essencial um condutor em circuito fechado.

A diferença de potencial é medida em volts e o potencial entre dois pontos de um campo eletrostático equivale a 1 volt e ao se deslocar a carga entre dois pontos é de 1 joule por coulomb.

$$1 \text{ volt} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{coulomb}}$$

2.7.3 Resistência elétrica

Segundo Creder (2007), “chama-se resistência elétrica a oposição interna do material à circulação das cargas. Por isso, os corpos maus condutores têm resistência elevada, e os corpos bons condutores têm menor resistência”.

A esta constante chama-se resistência elétrica do condutor (R), que depende de fatores como a natureza do material. Quando esta proporcionalidade é mantida de forma linear, chamamos o condutor de ôhmico, tendo seu valor dado por:

$$R = U/i$$

Sendo R constante, conforme enuncia a 1ª Lei de Ohm: Para condutores ôhmicos a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão (D.D.P.) aplicada em seus terminais (SÓ FÍSICA, 2017).

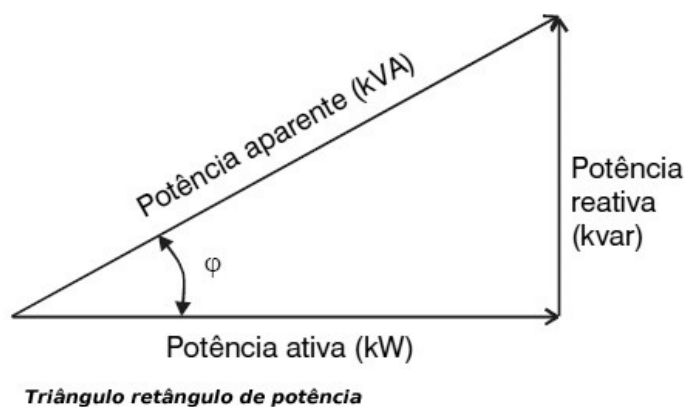
A resistência elétrica também pode ser caracterizada como a "dificuldade" encontrada para que haja passagem de corrente elétrica por um condutor submetido a uma determinada tensão. No Sistema Internacional (SI) a unidade adotada para

esta grandeza é o ohm (Ω), em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (SÓ FÍSICA, 2017).

2.7.4 Potência elétrica

Sabemos que, para executarmos qualquer movimento ou produzir calor, luz, radiação etc., precisamos despende energia. A energia aplicada por segundo em qualquer dessas atividades chamamos de potência. Em eletricidade, a potência pode ser representada por três tipos, inter-relacionadas no triângulo de potência demonstrado na Figura 7 e descritas a seguir. (CREDER, 2007).

Figura 7 - Triângulo de potências.



Fonte: ENGELETRICA (2017)

2.7.4.1 Potência ativa

É a potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc. É medida em kW e dada pela equação abaixo.

$$P = \text{potência ativa} = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

Fonte: ANGOLAPOWERSERVICES (2017)

2.7.4.2 Potência reativa

Utilizada somente para magnetização das bobinas de cargas indutivas, como motores elétricos, etc. É medida em KVAr e dada pela equação abaixo.

$$Q = \text{potência reativa} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Fonte: ANGOLAPOWERSERVICES (2017)

2.7.4.3 Potência aparente

É a soma fasorial das potências ativa e reativa, ou seja, é a potência total fornecida pela concessionária local, sem a aplicação do fator de potência. Grandeza esta medida em KVA e expressa pela equação abaixo.

$$S = \text{potência aparente} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Fonte: ANGOLAPOWERSERVICES (2017)

2.7.5 Fator de potência

É a relação entre a potência ativa e aparente, a concessionária local (CEMIG), determina para o consumidor final, o fator de potência de 0,92, sendo que quanto mais próximo de 1 (um) for o consumo, maior é a eficiência da instalação elétrica. É utilizado para corrigir o reativo da rede.

2.8 Planejamento da Instalação

Onde é realizado o estudo do projeto arquitetônico, a fim de estabelecer os parâmetros a serem seguidos para elaboração do projeto elétrico.

2.8.1 Documentação da instalação

A instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter, no mínimo:

- Plantas;
- Esquemas unifilares e outros, quando aplicáveis;
- Detalhes de montagem, quando necessários;
- Memorial descritivo da instalação;
- Especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
- Parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente etc.).

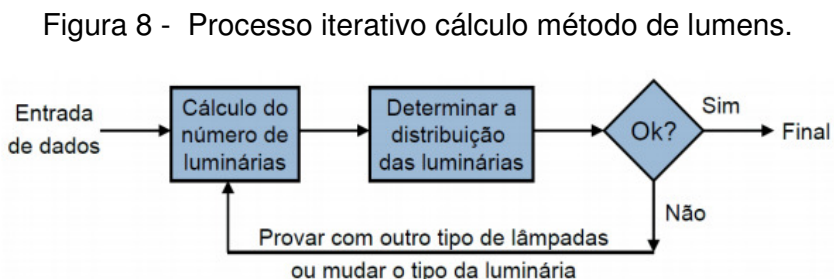
2.8.2 Previsão de cargas

É a definição dos pontos elétricos da edificação, conforme normas da concessionária local, ABNT e necessidade do cliente. Dentre estes estão pontos de iluminação e força.

2.8.2.1 Iluminação

O método dos lumens é o método mais empregado para o projeto e dimensionamento de sistemas de iluminação interna. Com o emprego do método dos lumens, obtêm-se informações referentes à iluminação geral distribuída, para um plano de trabalho horizontal, que ocupa toda a área do ambiente. Sua finalidade é calcular o valor médio em serviço, da iluminação de um local dotado de iluminação geral distribuída.

A aplicação do método compreende um processo iterativo, cujo número de interações é inversamente proporcional à experiência do projetista, conforme ilustrado na Figura 8 abaixo.



Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

A NBR 5413/1992 foi substituída pela NBR ISO/CIE 8995:2013, que trata de Iluminação de ambientes de trabalho, voltada mais para ambientes comerciais e não para residências, porém tal norma cita a NBR 5413/1992, para ser utilizada em projetos residenciais. Abaixo a Figura 9 mostra a tabela de lux para residências da NBR 5413.

Figura 9 - Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço).

5.3.65 Residências	
- salas de estar:	
. geral	100 - 150 - 200
. local (leitura, escrita, bordado, etc.)	300 - 500 - 750
- cozinhas:	
. geral	100 - 150 - 200
. local (fogão, pia, mesa)	200 - 300 - 500
- quartos de dormir:	
. geral	100 - 150 - 200
. local (espelho, penteadeira, cama)	200 - 300 - 500
- hall, escadas, despensas, garagens:	
. geral	75 - 100 - 150
. local	200 - 300 - 500
- banheiros:	
. geral	100 - 150 - 200
. local (espelhos)	200 - 300 - 500

Fonte: ABNT NBR 5413 (1992)

2.8.2.2 Número de tomadas

O número de pontos de tomada deverá ser determinado em função da destinação do local e/ou dos equipamentos elétricos que podem ser ali utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) Em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1 (NBR 5410, 2004);

- b) Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos (NBR 5410, 2004);
- c) Em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada (NBR 5410, 2004);
- d) Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível (NBR 5410, 2004);
- e) Em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:
 - Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80m no máximo de sua porta de acesso (NBR 5410, 2004);
 - Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25m² e igual ou inferior a 6m² (NBR 5410, 2004);
 - Um ponto de tomada para cada 5m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível (NBR 5410, 2004).

2.8.2.3 Potências atribuíveis aos pontos de tomada

A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

- a) Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e

100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente (NBR 5410, 2004);

- b) Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada (NBR 5410, 2004).

2.9 Divisão da instalação

Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente (NBR 5410, 2004).

Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais (NBR 5410, 2004).

Em locais de habitação, admite-se, como exceção à regra geral de 4.2.5.5, que pontos de tomada, exceto aqueles indicados em 9.5.3.2, e pontos de iluminação possam ser alimentados por circuito comum, desde que as seguintes condições sejam simultaneamente atendidas:

- a) A corrente de projeto (IB) do circuito comum (iluminação mais tomadas) não deve ser superior a 16 A (NBR 5410, 2004);
- b) Os pontos de iluminação não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas) (NBR 5410, 2004);
- c) Os pontos de tomadas, já excluídos os indicados em 9.5.3.2, não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas) (NBR 5410, 2004);

2.10 Critérios de dimensionamento

A seguir serão apresentados os critérios de dimensionamento de condutores, eletrodutos, DR (disjuntor residual) e disjuntor termomagnético.

2.10.1 Dimensionamento dos condutores

Os condutores foram dimensionados conformes os 6 critérios da NBR 5410, apresentados abaixo:

1. Seção mínima;

A seção mínima dos condutores é estabelecida pela NBR 5410/2004, conforme ilustra a Figura 10 abaixo.

Figura 10 - Seções mínimas de condutores fase.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção Mínima (mm ²)
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de Iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de Força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de Força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e controle	4 Cu

FONTE: 5410:2004 - Tabela 47 pag 113

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

2. Capacidade de condução de corrente;

Análise feita considerando os efeitos térmicos provocados pela corrente, seguindo as etapas abaixo, conforme ilustra as Figuras 11, 12, 13, 14 e 15, 16 e 17:

- Calcular a corrente de projeto do circuito;
- Determinar o método de instalação;
- Aplicar os fatores de correção apropriados.

Figura 11 - Cálculo da corrente de projeto.

- 1 - Cálculo da corrente de projeto:


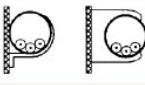


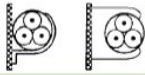
$$I_B = \frac{P}{V \times FP} \qquad I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times FP}$$

- Em que:
- I_B = corrente de projeto
- P: potência ativa do circuito
- V: tensão do circuito
- FP: fator de potência do circuito

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Figura 12 - Método de instalação.

- 2 - Métodos de Instalação (Tabela 33 NBR5410)

Nº	Ilustração	Descrição	Condutor Isolado	Cabo Unipolar	Cabo Multipolar
1, 2		Condutores/cabos em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante	A1	A1	A2
3, 4		Condutores/cabos em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1	B1	B2
5, 6		Condutores/cabos em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1	B1	B2
7, 8		Condutores/cabos em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	B1	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	-	C	C

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Figura 13 - Fatores de correção.

- 3 - Fatores de Correção:
- K1 = Fator de correção para temperatura;
- K2 = Fator de correção para resistividade térmica do solo;
- K3 = Fator de correção para agrupamento de circuitos

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Figura 14 - K1 (Fator de correção para temperatura).

► K1 = Fator de correção para temperatura;

Temperatura (°C)	Não Subterrâneas		Subterrâneas	
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1	1
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1	1	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,82
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65

Temp. Ambiente:
-30°C para linhas não subterrâneas
-20°C para linhas subterrâneas

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Figura 15 – K2 (Fator de correção para resistividade térmica do solo).

► K2 = Fator de correção para resistividade térmica do solo;

Resistividade Térmica km/W	1	1,5	2	3
Fator de Correção	1,18	1,1	1,05	0,96

Solos secos:
2,5Km/W

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Figura 16 – K3 (Fator de correção para agrupamento de circuitos).

► K3 = Fator de correção para agrupamento de circuitos

Item	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabela dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71		0,70			36 a 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62		0,61			
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72		0,72			38 a 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78		0,78			

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Figura 17 – Aplicando os fatores de correção.

2 - Capacidade de Condução de Corrente

- 4 - Aplicar fator de correção:

$$I'_B = \frac{I_B}{K_1 \times K_2 \times K_3}$$

Seções Nominais (mm ²)	Capacidades de condução de corrente para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D											
	Condutores isolados, cabos unipolares e multipolares - cobre, isolamento PVC											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
Número de Condutores Carregados												
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
1,0	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4,0	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6,0	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10,0	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16,0	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25,0	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35,0	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50,0	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70,0	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95,0	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120,0	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

3. Queda de tensão;

A queda de tensão entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização não deve ser superior aos valores indicados na Figura 18.

Figura 18 – Limites de queda de tensão a partir do ponto de entrega.

Instalações		Circuitos de Distribuição	Circuitos Terminais
A	Fornecimento em tensão secundária distribuição. Ponto de entrega no poste.	5%	4%
B	Transformador de propriedade da concessionária. Ponto de entrega no secundário do transformador.	7%	4%
C	Transformador de propriedade da unidade consumidora. Ponto de entrega primário do transformador	7%	4%
D	Geração própria.	7%	4%

(*) Conforme NBR 5410:2004, item 6.2.7 – pg. 115

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

O cálculo da queda de tensão foi feito utilizando o método 1, conforme é ilustrado na Figura 19 abaixo.

Figura 19 – Cálculo da queda de tensão pelo método 1.

$$S_C = \frac{200 \times \rho \times \sum l \times I_B}{\Delta V\% \times V_{FN} \text{ (ou } V_{FF})} \quad S_{C_{3\phi}} = \frac{173,2 \times \rho \times \sum l \times I_B}{\Delta V\% \times V_{FF}}$$

- ▶ Em que:
- ▶ S_C = seção em mm²;
- ▶ $\Delta V\%$ = queda de tensão máxima, em %
- ▶ V = tensão do circuito
- ▶ L = comprimento do circuito, em m
- ▶ I_B = corrente de projeto em A
- ▶ P = resistividade do condutor -> cobre = 1/56 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

4. Sobrecarga;

A “sobrecarga” não é exatamente um critério de dimensionamento dos condutores, entretanto, intervêm na determinação da sua seção.

Para que a proteção dos condutores contra sobrecarga fique assegurada, as características de atuação do dispositivo a provê-la devem ser, conforme ilustra a Figura 20 abaixo.

Figura 20 – Características de atuação dos dispositivos.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z K_1 K_2 K_3$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z K_1 K_2 K_3$$

- ▶ Em que
- ▶ I_B = corrente de projeto, em A;
- ▶ I_Z = capacidade de condução de corrente dos condutores;
- ▶ I_n = corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste)
- ▶ I_2 = corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou fusível

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

5. Curto circuito;

Os dispositivos de proteção devem ter sua capacidade de interrupção ou de ruptura igual ou superior ao valor da corrente de curto-circuito presumida (calculada) no ponto de sua instalação.

A energia que o dispositivo de proteção deve deixar passar não pode ser superior à energia máxima suportada pelos dispositivos e condutores situados a jusante.

Os condutores devem ser protegidos por dispositivos de proteção, conforme a Figura 21, com as seguintes características:

Figura 21 – Características de proteção.

$$I_k \leq I_r$$

- ▶ Em que:
- ▶ I_k = corrente de curto-circuito presumida;
- ▶ I_r = corrente máxima de interrupção em serviço do dispositivo de proteção

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

6. Choques elétricos.

Requisitos Básicos para a proteção contra choques elétrico:

- Equipotencialização da proteção;
- Seccionamento automático.

De acordo com a NBR 5410, as instalações elétricas de baixa tensão devem obedecer, quanto aos aterramentos funcional e de proteção, a três esquemas de aterramento básicos (TT, TN e IT), designados pela seguinte simbologia:

1. 1ª letra – indica a alimentação em relação à terra:

- T – um ponto diretamente aterrado;
- I – nenhum ponto aterrado ou aterramento através de impedância razoável.

2. 2ª letra – situação das massas em relação à terra:

- T – diretamente aterradas (qualquer ponto);
- N – ligadas ao ponto de alimentação aterrado (sem aterramento próprio);
- I – massas isoladas, não aterradas.

3. Outras letras – especificam a forma de aterramento da massa, utilizando o aterramento da fonte de alimentação:

- S – neutro e proteção (PE) por condutores distintos (separados);
- C – neutro e proteção em um único condutor (PEN).

O dispositivo de proteção contra sobrecorrente assegura proteção contra contatos indiretos quando o comprimento máximo do circuito não ultrapassar os limites dados pelas equações abaixo, conforme ilustra a Figura 22.

Figura 22 – Equações.

$$\begin{array}{ll}
 \text{TN} & L_{max} = \frac{0,8 * U_0 * S}{\rho * (1 + m) * I_a} & S_{min} = \frac{\rho * (1 + m) * I_a * L_{circ}}{0,8 * U_0} \\
 \text{IT} & L_{max} = 0,5 * \frac{0,8 * U_0 * S}{\rho * (1 + m) * I_a} & S_{min} = 2 * \frac{\rho * (1 + m) * I_a * L_{circ}}{0,8 * U_0}
 \end{array}$$

- ▶ ρ = resistividade do material condutor (cobre = $0,0225 \Omega \text{mm}^2 / \text{m}$)
- ▶ M = relação entre a seção do condutor fase e o condutor de proteção
- ▶ I_a = corrente de atuação instantânea do disjuntor
(Curva B = $5xI_n$; Curva C = $10xI_n$; Curva D = $10xI_n$)

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Não há razões para preocupação, quanto ao atendimento da regra de seccionamento automático, quando se utilizam dispositivos DR, a não ser que a proteção diferencial-residual seja de baixíssima sensibilidade.

Os resultados dos cálculos estão representados no item 5.4 do trabalho.

2.10.2 Dimensionamento dos condutores neutro e terra

O condutor neutro deve possuir a mesma seção que os condutores fase nos seguintes casos:

- Circuitos monofásicos;
- Circuitos bifásico com neutro (2fases+neutro), quando a taxa de 3ª harmônica e seus múltiplos não forem superiores a 33%;
- Circuitos trifásicos com neutro, quando a taxa de 3ª harmônica e seus múltiplos não forem superiores a 33%.

Conforme item 6.2.6.2.6 da NBR 5410, apenas nos circuitos trifásicos é admitida a redução do condutor neutro. Tal procedimento deve atender, simultaneamente, as três condições seguintes:

- O circuito for presumidamente equilibrado, em serviço normal;
- A corrente das fases não contiver uma taxa de 3ª harmônica e seus múltiplos superiores a 15%;
- O condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes, conforme 5.3.2.2.

A Figura 23 ilustra quando é permitida a redução do condutor neutro em circuitos trifásicos.

Figura 23 – Redução do condutor neutro.

Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor neutro (mm ²)
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

A seção do condutor de proteção pode ser determinada pela tabela abaixo, conforme ilustra a Figura 24.

Figura 24 – Seção do condutor de proteção.

Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor de proteção correspondente (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

2.10.3 Dimensionamento dos eletrodutos

Dimensionar eletrodutos é determinar o tamanho nominal do mesmo para cada trecho da instalação.

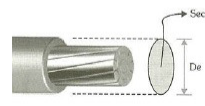
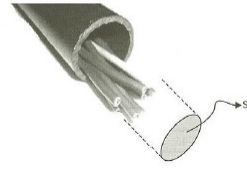
Suas dimensões devem permitir a instalação e retirada dos condutores de maneira fácil.

Não deve haver trechos retilíneos maiores que 15 metros para áreas internas a edificação e 30 metros para áreas externas a edificação. Caso existam trechos com curvas, essa distância deve ser reduzida de 3 metros para cada curva;

Quando não for possível a utilização de caixa de passagem intermediária, o comprimento do trecho contínuo pode ser aumentado desde que seja utilizado um eletroduto de tamanho nominal imediatamente superior para cada 6m, ou fração, de aumento da distância máxima calculada. Assim, um aumento, por exemplo, de 9m implicaria um eletroduto com dois tamanhos acima do calculado. A seguir é apresentado na Figura 25, a equação para cálculo dos eletrodutos.

Figura 25 – Equação para cálculo dos eletrodutos.

$$S_{\text{Sec}} = \frac{\pi \cdot D_e^2}{4}$$

$$S_t = \sum (S_{\text{Sec}})$$



(a) Seção externa

(b) Área total do conjunto de condutores

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

Calcular a seção total ocupada pelos condutores (St): somatório de todas as áreas externas dos condutores (consulta o diâmetro externo dos condutores no catálogo de fabricantes);

Determinar o tipo de eletroduto a ser utilizado, especificando um que tenha a área interna útil (Sútil) correspondente a taxa de ocupação. A seguir na Figura 26, temos um exemplo de tabelas com seções nominais, diâmetro, área interna e taxa de ocupação para eletrodutos de PVC flexível, que são bastante utilizados nas instalações elétricas de baixa tensão.

Figura 26 - Seções de eletrodutos.

Eletroduto PVC Flexível - Corrugado Tigreflex 320N/5cm - Amarelo						
Seção Nominal		Diâmetro Interno	Área Interna	Taxa de ocupação		
mm	Pol	mm	mm ²	53%	40%	31%
16	3/8	11,7	107,51	56,98	43,01	33,33
20	1/2	15,4	186,27	98,72	74,51	57,74
25	3/4	19	283,53	150,27	113,41	87,89
32	1	25	490,87	260,16	196,35	152,17

Eletroduto PVC Flexível - Corrugado Tigreflex Reforçado 750N/5cm - Alaranjado						
Seção Nominal		Diâmetro Interno	Área Interna	Taxa de ocupação		
mm	Pol	mm	mm ²	53%	40%	31%
20	1/2	15,4	186,27	98,72	74,51	57,74
25	3/4	19	283,53	150,27	113,41	87,89
32	1	25	490,87	260,16	196,35	152,17

Fonte: Tigre (2017)

2.10.4 Dimensionamento dos DR's

Possui como função básica acusar e desarmar o circuito em que está instalado caso ocorra uma corrente de fuga seja por curto circuito ou sobrecarga. Esse equipamento de proteção detecta uma corrente de fuga muito baixa, evitando que ocorra acidentes causados por mal uso ou falha na instalação.

São indicados para áreas molhadas onde o risco de acidentes com choque elétrico é maior pois a água é condutora de corrente.

Os DR's tem que ser dimensionados conforme sua aplicação, geralmente são utilizados na faixa de 30 mA por ser uma corrente não prejudicial ao ser humano.

2.10.5 Dimensionamento dos disjuntores

Disjuntores são dispositivos dimensionados para atuarem na proteção de circuitos que ocasionalmente possam entrar em curto-circuito ou sobrecorrente. Ocorre quando existe uma corrente superior à que ele suporta, desarmando instantaneamente e interrompendo o fluxo de energia, evitando prejuízo aos equipamentos ligados a ele e consequentemente acidentes.

3 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

3.1 Etapas a serem seguidas

Para elaboração do projeto elétrico da edificação, foram seguidas as seguintes etapas:

- 1 Posição dos interruptores e dos pontos de iluminação;
- 2 Posição das tomadas de energia;
- 3 Posição e definição do quadro de energia e circuitos;
- 4 Traçado dos eletrodutos e condutores;
- 5 Cálculo da demanda e carga total;
- 6 Sistemas de proteção;
- 7 Padrão de entrada de energia segundo a concessionária local (CEMIG);
- 8 Confecção dos diagramas unifilares e detalhes;
- 9 Relação de materiais.

3.2 Descrição da edificação para elaboração do projeto elétrico

Trata-se de uma residência unifamiliar térrea, com área construída de 182,49 m², na cidade de Coromandel-MG, atendida pela CEMIG, concessionaria responsável pelo fornecimento de energia local.

A edificação é constituída por 17 (dezessete) dependências, listadas abaixo:

- 1 Garagem

- 2 Varanda;
- 3 Sala Estar;
- 4 Sala de Jantar;
- 5 Cozinha;
- 6 Áreas de Circulação;
- 7 Dormitório 1;
- 8 Dormitório 2;
- 9 Suite;
- 10 Banheiro Social;
- 11 Banheiro Suite;
- 12 Closet;
- 13 Espaço Gourmet;
- 14 Lavabo;
- 15 Despensa;
- 16 Lavanderia;
- 17 Guarita.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO COM SOFTWARE

A seguir serão apresentadas as etapas utilizadas para o desenvolvimento deste projeto com software específico para elaboração de projetos elétricos, e ainda características indicadas pelos fabricantes.

4.1 Software Lumine

Trata-se de um software para elaboração de projetos de instalações elétricas, SPDA e cabeamento elétrico, em conjunto a outro software muito utilizado por arquitetos, Autocad da Autodesk, sendo possível a interação Lumine/Autocad e vice-versa, para importação e exportação dos arquivos gerados.

4.2 Cálculos

Foram realizados os cálculos das luminárias através da interface do software, onde foi estabelecido a área do ambiente e quantidade de lux que o mesmo necessita de acordo com a NBR 5413.

4.2.1 Cálculo luminotécnico

O cálculo luminotécnico, foi dimensionado pelo método dos lumens e relacionado nas tabelas a seguir:

Tabela 1 – Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação – 01

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)			Índice do local	Área do recinto (m ²)	Tipo de iluminação
Largura	Comprimento	Altura útil			
465.00	100.00	292.00	0.282	4.65	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.74	739.27	1	1	1

O cálculo luminotécnico da área de circulação – 01, indicou a necessidade de 739,27 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 100 lx.

Tabela 2 – Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação – 02

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)			Índice do local	Área do recinto (m ²)	Tipo de iluminação
Largura	Comprimento	Altura útil			
395.00	140.00	292.00	0.354	5.53	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.74	879.17	1	1	1

O cálculo luminotécnico da área de circulação – 02, indicou a necessidade de 879,17 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 100 lx.

Tabela 3 – Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação – 03

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Langura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
445.00	105.00	292.00	0.291	4.67	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.74	742.85	1	1	1

O cálculo luminotécnico da área de circulação – 03, indicou a necessidade de 742,85 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 100 lx.

Tabela 4 – Cálculo Luminotécnico – Varanda

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Langura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
145.00	350.00	292.00	0.351	5.07	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.74	806.84	1	1	1

O cálculo luminotécnico da varanda, indicou a necessidade de 806,84 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 100 lx.

Tabela 5 – Cálculo Luminotécnico – Garagem

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Langura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
500.00	520.00	292.00	0.873	26.00	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.84	3633.30	4	2	2

O cálculo luminotécnico da garagem, indicou a necessidade de 3633,30 lumens, portanto foi dimensionado 04 (quatro) plafons led 17x17cm com 1200 lumens cada, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 100 lx.

Tabela 6 – Cálculo Luminotécnico – Sala Estar

Luminária					
Grupo	Subgrupo		Peça		
Lâmpadas Led	Plafon LED		30X30		
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
2600.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Langura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
350.00	320.00	237.00	0.705	11.20	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.78	2527.02	1	1	1

O cálculo luminotécnico da sala estar, indicou a necessidade de 2527,02 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 7 – Cálculo Luminotécnico – Sala de Jantar

Luminária					
Grupo	Subgrupo		Peça		
Lâmpadas Led	Plafon LED		30X30		
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
2600.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Langura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
350.00	280.00	212.00	0.734	9.80	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.79	2179.47	1	1	1

O cálculo luminotécnico da sala estar, indicou a necessidade de 2179,47 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 8 – Cálculo Luminotécnico – Cozinha

Luminária					
Grupo	Subgrupo		Peça		
Lâmpadas Led	Plafon LED		30X30		
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
2600.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Langura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
350.00	275.00	177.00	0.870	9.63	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.84	2019.61	1	1	1

O cálculo luminotécnico da cozinha, indicou a necessidade de 2019,61 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 9 – Cálculo Luminotécnico – Dormitório – 01

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		30X30	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
2600.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
350.00	300.00	237.00	0.682	10.50	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.77	2398.20	1	1	1

O cálculo luminotécnico do dormitório-01, indicou a necessidade de 2398,20 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 10 – Cálculo Luminotécnico – Dormitório – 02

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		30X30	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
2600.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
320.00	300.00	237.00	0.653	9.60	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.76	2225.21	1	1	1

O cálculo luminotécnico do dormitório-02, indicou a necessidade de 2225,21 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 11 – Cálculo Luminotécnico – Suite

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		60X60	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
4500.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
400.00	415.00	237.00	0.859	16.60	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.84	3496.45	1	1	1

O cálculo luminotécnico da suíte, indicou a necessidade de 3496,45 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 60x60cm com 4500 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 12 – Cálculo Luminotécnico – Banho Social

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
130.00	300.00	242.00	0.375	3.90	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.74	930.05	1	1	1

O cálculo luminotécnico do banho social, indicou a necessidade de 930,05 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 13 – Cálculo Luminotécnico – Banho Suite

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
300.00	130.00	242.00	0.375	3.90	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.74	930.05	1	1	1

O cálculo luminotécnico do banho suíte, indicou a necessidade de 930,05 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 14 – Cálculo Luminotécnico – Closet

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
200.00	245.00	292.00	0.377	4.90	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.74	1168.52	1	1	1

O cálculo luminotécnico do closet, indicou a necessidade de 1168,52 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 15 – Cálculo Luminotécnico – Despensa

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
265.00	130.00	292.00	0.299	3.45	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.74	547.69	1	1	1

O cálculo luminotécnico da despensa, indicou a necessidade de 547,69 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 16 – Cálculo Luminotécnico – Espaço Gourmet

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		22X22	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1800.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
465.00	590.00	177.00	1.469	27.44	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.97	5016.70	4	2	2

O cálculo luminotécnico do espaço gourmet, indicou a necessidade de 5016,70 lumens, portanto foi dimensionado 04 (quatro) plafons led 22x22cm com 1800 lumens cada, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 17 – Cálculo Luminotécnico – Lavanderia

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		22X22	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1800.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m²)	Tipo de iluminação
250.00	235.00	192.00	0.631	5.88	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.75	1378.01	1	1	1

O cálculo luminotécnico da lavanderia, indicou a necessidade de 1378,01 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 22x22cm com 1800 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 18 – Cálculo Luminotécnico – Lavabo

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m ²)	Tipo de iluminação
150.00	130.00	242.00	0.288	1.95	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
150.00	0.74	465.02	1	1	1

O cálculo luminotécnico do lavabo, indicou a necessidade de 465,02 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

Tabela 19 – Cálculo Luminotécnico – Guarita

Luminária					
Grupo		Subgrupo		Peça	
Lâmpadas Led		Plafon LED		17X17	
Fluxo luminoso (lumens)	Tipo A1.1				
1200.00	Luminária de embutir para lâmpada refletora - teto				
Dados do local (cm)					
Largura	Comprimento	Altura útil	Índice do local	Área do recinto (m ²)	Tipo de iluminação
100.00	200.00	292.00	0.228	2.00	Direta
Manutenção			Refletâncias		
Ambiente	Período (h)	Fator	Teto	Parede	Piso
Normal	5000	0.85	80%	50%	30%
Fluxo total			Resultados		
Nível de iluminamento (lx)	Coefficiente de utilização	Fluxo total (lumens)	Nº de luminárias	Linhas	Colunas
100.00	0.74	317.96	1	1	1

O cálculo luminotécnico da guarita, indicou a necessidade de 317,96 lumens, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, para atender o fluxo luminoso mínimo estabelecido pela NBR 5413 que é de 150 lx.

4.3 Dimensionamento ar condicionado

O software não dimensiona ar condicionado, devendo o projetista ter conhecimento da capacidade do ar e seus dados técnicos.

4.4 Dimensionamento do número de tomadas

O software não dimensiona as tomadas da edificação, devendo o projetista ter conhecimento das normas vigentes para locação das mesmas na planta da edificação.

4.5 Dimensionamento dos circuitos

O software realiza os cálculos automaticamente sendo necessário informar os pontos que farão parte do circuito. A seguir, são demonstradas as tabelas de dimensionamento de condutor de cada circuito da residência.

Tabela 20 – Dimensionamento do Circuito 1

Circuito: 1 - Iluminação Jantar, Cozinha, Estar, Garagem, Guarita Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)				Quadro QD1 (TERREO)	
Alimentação F=(NS)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.84	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0.80	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00	Potência 248.10 VA
Corrente de projeto (Ip) 1.95 A	Corrente de projeto (Ib) 1.95 A	Corrente corrigida 2.44 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Lâmpadas Led	Arandela LED (OSRAM) Plafon LED Plafon LED Plafon LED			14.29 27.78 13.33 13.33	5 3 6 1
Crterios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Iluminação Seção: 1.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0.5 mm ² Cap. Condução (Iz): 9.00 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		1.5 mm ²	
		dV% parcial	0.54 %		
		dV% total	4.26 %		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (1.5 mm ²) 2.0 < 10.0 < 14.0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10.00 A		Seção			
		Fase 1.5 mm ²	Neutro 1.5 mm ²	Terra -	
		Capacidade de condução (Fase): 17.50 A			

Foi calculado uma corrente de 1,95 A (Ampere) para o circuito 1, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 1,5 mm².

Tabela 21 – Dimensionamento do Circuito 2

Circuito: 2 - Iluminação Dormitórios 01, 02, Suíte, A.C., Arandelas Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)				Quadro QD1 (TERREO)	
Alimentação F=(NT)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.81	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0.70	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00	Potência 305.08 VA
Corrente de projeto (Ip) 2.40 A	Corrente de projeto (Ib) 2.40 A	Corrente corrigida 3.43 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Lâmpadas Led	Arandela LED (OSRAM) Plafon LED Plafon LED Plafon LED Plafon LED			14.29 27.78 13.33 13.33 53.33	10 2 3 1 1
Crterios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Iluminação Seção: 1.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0.5 mm ² Cap. Condução (Iz): 9.00 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		1.5 mm ²	
		dV% parcial	0.62 %		
		dV% total	4.35 %		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (1.5 mm ²) 2.4 < 10.0 < 12.2		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10.00 A		Seção			
		Fase 1.5 mm ²	Neutro 1.5 mm ²	Terra -	
		Capacidade de condução (Fase): 17.50 A			

Foi calculado uma corrente de 2,40 A (Ampere) para o circuito 2, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 1,5 mm².

Tabela 22 – Dimensionamento do Circuito 3

Circuito: 3 - Iluminação Esp. Gourmet, Lav., Desp., Lavanderia				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)					
Alimentação F+N(S)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,70	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 1440,00 VA
Corrente de projeto (Ip) 1,10 A	Corrente de projeto (Ib) 0,63 A	Corrente corrigida 0,79 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Lâmpadas Led	Plafon LED			20,00	5
	Plafon LED			13,33	2
	Plafon LED			13,33	1
Crîtérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Iluminação	Método de instalação: B1	dV% parcial admissível: 4,00 %			
Seção: 1,5 mm ²	Seção: 0,5 mm ²	dV% parcial		1,5 mm ²	
	Cap. Condução (Iz): 9,00 A	dV% total		0,14 %	
				3,86 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (1,5 mm ²)		Cabo Unipolar (cobre)			
1,1 < 10,0 < 12,2		Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN		Fase		Neutro	
Corrente de atuação: 10,00 A		1,5 mm ²		1,5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 17,50 A			

Foi calculado uma corrente de 1,10 A (Ampere) para o circuito 3, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 1,5 mm².

Tabela 23 – Dimensionamento do Circuito 4

Circuito: 4 - Tomadas Estar, Jantar, Garagem				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)					
Alimentação F+N(S)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,84	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,80	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 1544,44 VA
Corrente de projeto (Ip) 12,16 A	Corrente de projeto (Ib) 12,16 A	Corrente corrigida 15,20 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Cigarra			100,00	1
	Tomada hexagonal (NBR14136)			111,11	13
Crîtérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força	Método de instalação: B1	dV% parcial admissível: 4,00 %			
Seção: 2,5 mm ²	Seção: 1,5 mm ²	dV% parcial		2,5 mm ²	
	Cap. Condução (Iz): 17,50 A	dV% total		1,42 %	
				5,14 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²)		Cabo Unipolar (cobre)			
12,2 < 16,0 < 19,2		Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN		Fase		Terra	
Corrente de atuação: 16,00 A		2,5 mm ²		2,5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Erro 10 - Queda de tensão total maior que o limite definido.

Foi calculado uma corrente de 12,16 A (Ampere) para o circuito 4, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 16 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm², porém foi emitido erro de queda de tensão total maior que o limite definido por mal dimensionamento do software.

Tabela 24 – Dimensionamento do Circuito 5

Circuito: 5 - Tomadas Dormitórios 01, 02, Banho Social, A.C.				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)					
Alimentação F+N(S)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,91	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,70	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 1429,95 VA
Corrente de projeto (Ip) 11,26 A	Corrente de projeto (Ib) 11,26 A	Corrente corrigida 16,08 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada hexagonal (NBR14136)			111,11	7
	Tomada hexagonal (NBR14136)			652,17	1
Crêterios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força	Método de instalação: B1	dV% parcial admissível: 4,00 %			
Seção: 2,5 mm ²	Seção: 1,5 mm ²	dV% parcial	2,5 mm ²		
	Cap. Condução (Iz): 17,50 A	dV% total	1,26 %		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²)		Cabo Unipolar (cobre)			
11,3 < 16,0 < 16,8		Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN		Fase	Neutro		Terra
Corrente de atuação: 16,00 A		2,5 mm ²	2,5 mm ²		2,5 mm ²
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Foi calculado uma corrente de 11,26 A (Ampere) para o circuito 5, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 16 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm².

Tabela 25 – Dimensionamento do Circuito 6

Circuito: 6 - Tomadas Suite				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)					
Alimentação F+N(S)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,91	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,70	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 1318,84 VA
Corrente de projeto (Ip) 10,38 A	Corrente de projeto (Ib) 10,38 A	Corrente corrigida 14,84 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada hexagonal (NBR14136)			111,11	6
	Tomada hexagonal (NBR14136)			652,17	1
Crêterios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força	Método de instalação: B1	dV% parcial admissível: 4,00 %			
Seção: 2,5 mm ²	Seção: 1,5 mm ²	dV% parcial	2,5 mm ²		
	Cap. Condução (Iz): 17,50 A	dV% total	1,49 %		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²)		Cabo Unipolar (cobre)			
10,4 < 16,0 < 16,8		Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN		Fase	Neutro		Terra
Corrente de atuação: 16,00 A		2,5 mm ²	2,5 mm ²		2,5 mm ²
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Erro 10 - Queda de tensão total maior que o limite definido.

Foi calculado uma corrente de 10,38 A (Ampere) para o circuito 6, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 16 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm², porém foi emitido erro de queda de tensão total maior que o limite definido por mal dimensionamento do software.

Tabela 26 – Dimensionamento do Circuito 7

Circuito: 7 - Tomadas Cozinha				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)					
Alimentação F+N(R)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1,00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 2444,44 VA
Corrente de projeto (Ip) 19,25 A	Corrente de projeto (Ib) 19,25 A	Corrente corrigida 19,25 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo	Potência (VA)		Quantidade	
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada hexagonal (NBR14136)	666,67		3	
	Tomada hexagonal (NBR14136)	111,11		3	
	Tomada hexagonal (NBR14136)	111,11		1	
Crítérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2,5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 2,5 mm ² Cap. Condução (Iz): 24,00 A	dV% parcial admissível: 4,00 %			
				2,5 mm ²	
		dV% parcial		3,17 %	
		dV% total		6,89 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²) 19,2 < 20,0 < 24,0		Cabo Unipolar (cobre)			
Dispositivo de proteção		Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pinastic Ecoplus BWF Flexível)			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 20,00 A		Seção			
		Fase	Neutro	Terra	
		2,5 mm ²	2,5 mm ²	2,5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Erro 10 - Queda de tensão total maior que o limite definido.

Foi calculado uma corrente de 19,25 A (Ampere) para o circuito 7, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 20 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm², porém foi emitido erro de queda de tensão total maior que o limite definido por mal dimensionamento do software.

Tabela 27 – Dimensionamento do Circuito 8

Circuito: 8 - Tomadas Espaço Gourmet				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)					
Alimentação F+N(T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,91	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,80	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 1318,84 VA
Corrente de projeto (Ip) 10,38 A	Corrente de projeto (Ib) 10,38 A	Corrente corrigida 12,98 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo	Potência (VA)		Quantidade	
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada hexagonal (NBR14136)	111,11		6	
	Tomada hexagonal (NBR14136)	652,17		1	
Crítérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2,5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 1 mm ² Cap. Condução (Iz): 14,00 A	dV% parcial admissível: 4,00 %			
				2,5 mm ²	
		dV% parcial		1,43 %	
		dV% total		5,15 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²) 10,4 < 16,0 < 19,2		Cabo Unipolar (cobre)			
Dispositivo de proteção		Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pinastic Ecoplus BWF Flexível)			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 16,00 A		Seção			
		Fase	Neutro	Terra	
		2,5 mm ²	2,5 mm ²	2,5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Erro 10 - Queda de tensão total maior que o limite definido.

Foi calculado uma corrente de 10,38 A (Ampere) para o circuito 8, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 16 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm², porém foi emitido erro de queda de tensão total maior que o limite definido por mal dimensionamento do software.

Tabela 28 – Dimensionamento do Circuito 9

Circuito: 9 - Tomadas Despensa, Lavabo Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)				Quadro QD1 (TERREO)	
Alimentação F+N(T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,91	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,70	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 874,40 VA
Corrente de projeto (Ip) 6,89 A	Corrente de projeto (Ib) 6,89 A	Corrente corrigida 9,84 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada hexagonal (NBR14136)			111,11	2
	Tomada hexagonal (NBR14136)			652,17	1
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2,5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0,75 mm ² Cap. Condução (Iz): 11,00 A	dV% parcial admissível: 4,00 %		2,5 mm ²	
		dV% parcial	1,26 %		
		dV% total	4,98 %		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²) 6,9 < 10,0 < 16,8		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10,00 A		Fase 2,5 mm ²	Neutro 2,5 mm ²	Terra 2,5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Foi calculado uma corrente de 6,89 A (Ampere) para o circuito 9, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm².

Tabela 29 – Dimensionamento do Circuito 10

Circuito: 10 - Tomadas Lavanderia Utilização: Iluminação e TUG's (Casas e Apartamentos)				Quadro QD1 (TERREO)	
Alimentação F+N(T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,92	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 0,70	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 1956,52 VA
Corrente de projeto (Ip) 15,41 A	Corrente de projeto (Ib) 15,41 A	Corrente corrigida 22,01 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada hexagonal (NBR14136)			652,17	3
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2,5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 2,5 mm ² Cap. Condução (Iz): 24,00 A	dV% parcial admissível: 4,00 %		2,5 mm ²	
		dV% parcial	4,08 %		
		dV% total	7,81 %		
			2,55 %		
			6,28 %		
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²) 15,4 < 16,0 < 16,8		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 16,00 A		Fase 4 mm ²	Neutro 4 mm ²	Terra 4 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 32,00 A			

Erro 10 - Queda de tensão total maior que o limite definido.

Foi calculado uma corrente de 15,41 A (Ampere) para o circuito 10, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 16 A (Ampere), com fiação de 4 mm², porém foi emitido erro de queda de tensão total maior que o limite definido por mal dimensionamento do software.

Tabela 30 – Dimensionamento do Circuito 11

Circuito: 11 - Motor do Portão				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Motores					
Alimentação F+N(T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.80	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00	Potência 625.00 VA
Corrente de projeto (Ip) 4.92 A	Corrente de projeto (Ib) 4.92 A	Corrente corrigida 4.92 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada - uso específico			625.00	1
Crítérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0.5 mm ² Cap. Condução (Iz): 9.00 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		2.5 mm ²	
		dV% parcial		1.12 %	
		dV% total		4.84 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2.5 mm ²) 4.9 < 10.0 < 24.0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor unipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10.00 A		Fase 2.5 mm ²	Neutro 2.5 mm ²	Terra 2.5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24.00 A			

Foi calculado uma corrente de 4,92 A (Ampere) para o circuito 11, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm².

Tabela 31 – Dimensionamento do Circuito 12

Circuito: 12 - Chuveiro Banho Social				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Chuveiros, ferros elétricos, aquecedores de água (não residencial)					
Alimentação F+F(R-T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 1.00	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00	Potência 6000.00 VA
Corrente de projeto (Ip) 27.27 A	Corrente de projeto (Ib) 27.27 A	Corrente corrigida 27.27 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada - uso específico			6000.00	1
Crítérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 4 mm ² Cap. Condução (Iz): 32.00 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		4 mm ²	
		dV% parcial		0.80 %	
		dV% total		4.52 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (4 mm ²) 27.3 < 32.0 < 32.0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor bipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 32.00 A		Fase 4 mm ²	Neutro -	Terra 4 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 32.00 A			

Foi calculado uma corrente de 27,27 A (Ampere) para o circuito 11, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 32 A (Ampere), com fiação de 4 mm².

Tabela 32 – Dimensionamento do Circuito 13

Circuito: 13 - Chuveiro Banho Suite Utilização: Chuveiros, ferros elétricos, aquecedores de água (não residencial)				Quadro QD1 (TERREO)	
Alimentação F=F(R+S)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 1,00	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1,00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 6000,00 VA
Corrente de projeto (Ip) 27,27 A	Corrente de projeto (Ib) 27,27 A	Corrente corrigida 27,27 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada - uso específico			6000,00	1
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2,5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 4 mm ² Cap. Condução (Iz): 32,00 A	dV% parcial admissível: 4,00 %		4 mm ²	
		dV% parcial		1,58 %	
		dV% total		5,30 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (4 mm ²) 27,3 < 32,0 < 32,0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor bipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 32,00 A		Fase 4 mm ²	Neutro -	Terra 4 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 32,00 A			

Erro 10 - Queda de tensão total maior que o limite definido.

Foi calculado uma corrente de 27,27 A (Ampere) para o circuito 11, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 32 A (Ampere), com fiação de 4 mm², porém foi emitido erro de queda de tensão total maior que o limite definido por mal dimensionamento do software.

Tabela 33 – Dimensionamento do Circuito 14

Circuito: 14 - AR Condicionado Dormitório 01 Utilização: Condicionador de Ar tipo janela (não residencial)				Quadro QD1 (TERREO)	
Alimentação F=F(S+T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0,90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1,00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1,00	Potência 904,44 VA
Corrente de projeto (Ip) 4,11 A	Corrente de projeto (Ib) 4,11 A	Corrente corrigida 4,11 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo			Potência (VA)	Quantidade
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada - uso específico			904,44	1
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2,5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0,5 mm ² Cap. Condução (Iz): 9,00 A	dV% parcial admissível: 4,00 %		2,5 mm ²	
		dV% parcial		0,21 %	
		dV% total		3,93 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2,5 mm ²) 4,1 < 10,0 < 24,0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor bipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10,00 A		Fase 2,5 mm ²	Neutro -	Terra 2,5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24,00 A			

Foi calculado uma corrente de 4,11 A (Ampere) para o circuito 14, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm².

Tabela 34 – Dimensionamento do Circuito 15

Circuito: 15 - AR Condicionado Dormitório 02				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Condicionador de Ar tipo janela (não residencial)					
Alimentação F=F(S+T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00	Potência 904.44 VA
Corrente de projeto (Ip) 4.11 A	Corrente de projeto (Ib) 4.11 A	Corrente corrigida 4.11 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo	Potência (VA)		Quantidade	
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada - uso específico	904.44		1	
Críticos de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0.5 mm ² Cap. Condução (Iz): 9.00 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		2.5 mm ²	
		dV% parcial		0.28 %	
		dV% total		4.01 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2.5 mm ²) 4.1 < 10.0 < 24.0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor bipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10.00 A		Fase 2.5 mm ²	Neutro -	Terra 2.5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24.00 A			

Foi calculado uma corrente de 4,11 A (Ampere) para o circuito 15, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm².

Tabela 35 – Dimensionamento do Circuito 16

Circuito: 16 - AR Condicionado Suite				Quadro QD1 (TERREO)	
Utilização: Condicionador de Ar tipo janela (não residencial)					
Alimentação F=F(R+S)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.90	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00	Potência 1385.56 VA
Corrente de projeto (Ip) 6.30 A	Corrente de projeto (Ib) 6.30 A	Corrente corrigida 6.30 A			
Pontos Inseridos					
Grupo	Subgrupo	Potência (VA)		Quantidade	
Dispositivo Elétrico - embutido	Tomada - uso específico	1385.56		1	
Críticos de cálculo (Dimensionamento da fiação)					
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Queda de tensão			
Utilização: Força Seção: 2.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 0.5 mm ² Cap. Condução (Iz): 9.00 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		2.5 mm ²	
		dV% parcial		0.61 %	
		dV% total		4.33 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)		Condutor			
Ib < In < Iz (2.5 mm ²) 6.3 < 10.0 < 24.0		Cabo Unipolar (cobre) Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirelli Pirastic Ecoplus BWF Flexível)			
Dispositivo de proteção		Seção			
Disjuntor bipolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 10.00 A		Fase 2.5 mm ²	Neutro -	Terra 2.5 mm ²	
		Capacidade de condução (Fase): 24.00 A			

Foi calculado uma corrente de 6,30 A (Ampere) para o circuito 16, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 10 A (Ampere), com fiação de 2,5 mm².

4.6 Dimensionamento do quadro de distribuição

Tabela 36 – Quadro de Distribuição

Circuito: QD1 - Quadro de Distribuição				Quadro QM1 (TERREO)		
Alimentação 3F+N(R+S+T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.94	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00		
Potência instalada (VA)	R	S	T	Total		
Potência demandada (VA)	9137.22	9278.55	8984.28	27400.06		
Corrente (A)	6688.60	5225.19	5213.89	17127.68		
	60.09	46.13	45.34	Projeto (Ip) 60.09	Projeto (Ib) 60.09	Corrigida (Id) =Ip/(FCxFACT) 60.09
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)						
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Concessionária	Queda de tensão			
Utilização: Alimentação Seção: 2.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 10 mm ² Cap. Condução (Iz): 66.00 A	Fornecimento: Seção: 10 mm ² Disjuntor: 0 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		10 mm ²	
			dV% parcial		3.12 %	
			dV% total		3.73 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)			Condutor			
Ib < In < Iz (10 mm ²) 60.1 < 63.0 < 66.0			Cabo Unipolar (cobre) Isol.HEPR - ench.EVA - 0,6/1kV (ref. Pirelli Afumex)			
Dispositivo de proteção			Seção			
Disjuntor tripolar termomagnético - DIN Corrente de atuação: 63.00 A			Fase		Neutro	Terra
			10 mm ²		10 mm ²	10 mm ²
			Capacidade de condução (Fase): 66.00 A			

Foi calculado uma corrente de projeto 60,09 A (Ampere) para o quadro de distribuição, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 63 A (Ampere), com cabo de 10 mm².

4.7 Dimensionamento do quadro de medição (CEMIG)

Tabela 37 – Quadro de Medição

Circuito: QM1 - Quadro de Medição CEMIG				Quadro AL1 (TERREO)		
Alimentação 3F+N(R+S+T)	Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V	FP 0.94	FCA (Tabela 42 da NBR5410/2004) 1.00	FCT (Tabela 40 da NBR5410/2004) 1.00		
Potência instalada (VA)	R	S	T	Total		
Potência demandada (VA)	9137.22	9278.55	8984.28	27400.06		
Corrente (A)	6688.60	5225.19	5213.89	17127.68		
	60.09	46.13	45.34	Projeto (Ip) 60.09	Projeto (Ib) 60.09	Corrigida (Id) =Ip/(FCxFACT) 60.09
Critérios de cálculo (Dimensionamento da fiação)						
Seção mínima admissível (Item 6.2.6.1.1 da NBR5410/2004)	Capacidade de condução de corrente (Item 6.2.5 da NBR5410/2004)	Concessionária CEMIG	Queda de tensão			
Utilização: Alimentação Seção: 2.5 mm ²	Método de instalação: B1 Seção: 10 mm ² Cap. Condução (Iz): 66.00 A	Fornecimento: C2 Seção: 16 mm ² Disjuntor: 60 A	dV% parcial admissível: 4.00 %		16 mm ²	
			dV% parcial		0.60 %	
			dV% total		0.60 %	
Dimensionamento da proteção (In) (Item 5.3.4 da NBR5410/2004)			Condutor			
Ib < In < Iz (16 mm ²) 60.1 < 70.0 < 88.0			Cabo Unipolar (cobre) Isol.HEPR - ench.EVA - 0,6/1kV (ref. Pirelli Afumex)			
Dispositivo de proteção			Seção			
Disjuntor tripolar termomagnético - UL Corrente de atuação: 70.00 A			Fase		Neutro	Terra
			16 mm ²		16 mm ²	16 mm ²
			Capacidade de condução (Fase): 88.00 A			

Foi calculado uma corrente de projeto 60,09 A (Ampere) para o quadro de distribuição, portanto foi dimensionado um disjuntor para proteção, de 70 A (Ampere), com cabo de 16 mm².

5 – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO MANUALMENTE

O projeto foi desenvolvido conforme as normas vigentes, visando obter resultados satisfatórios e com segurança e economia para o usuário final.

5.1 Cálculos

A seguir serão apresentadas as etapas utilizadas para o desenvolvimento deste projeto com cálculos manuais, através de planilhas segundo as normas vigentes.

5.2 Cálculo luminotécnico

O método dos lumens é o método mais empregado para o projeto e dimensionamento de sistemas de iluminação interna há mais de meio século.

O cálculo luminotécnico, foi dimensionado pelo método dos lumens, conforme tabelas a seguir, utilizando as seguintes fórmulas para o cálculo:

5.2.1 Cálculo do índice do recinto

O índice do recinto é a relação entre as dimensões do local, a Figura 27 ilustra as equações para iluminação direta e indireta.

Figura 27 - Equação iluminação direta e indireta.

► para iluminação direta:

$$Kd = \frac{ab}{h(a+b)}$$

► para iluminação indireta:

$$Ki = \frac{3ab}{2h'(a+b)}$$

► Sendo

- a: o comprimento do recinto
- b: a largura do recinto
- h: o pé-direito útil
- h': o distância do teto ao plano de trabalho

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

O índice do recinto é uma relação entre áreas e as equações apresentadas anteriormente, são formas simplificadas da equação geral, e específicas para áreas quadradas e retangulares.

É útil conhecer a equação geral, caso os ambientes tenham outras formas, conforme ilustra a Figura 28 abaixo:

Figura 28 - Equação iluminação direta e indireta.

$$K = \frac{\sum(\text{áreas do teto} + \text{plano de trabalho})}{\sum(\text{áreas das paredes})}$$

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

5.2.2 Determinação do fator de utilização

O fator de utilização ou eficiência do recinto de uma luminária é a relação do fluxo luminoso (lumens) que alcança uma área específica, oriundo de uma fonte luminosa, e o fluxo luminoso total da fonte.

Para determinar esse fator, recorre-se à tabela de fator de utilização fornecida pelo fabricante da luminária e cruza-se o fator local (K) com o índice de refletância do ambiente a ser iluminado.

Na primeira linha da tabela, o primeiro algarismo de cada número representa a refletância do teto, o segundo representa a refletância das paredes, e o terceiro, a do piso, conforme ilustra a Figura 29 abaixo.

Figura 29 - Equação iluminação direta e indireta.

Teto 70%
Paredes 30%
Piso 10%

Fatores de utilização do método dos lumens para a luminária BNI 512 2x32W

K	751	731	711	551	531	511	351	331	311
0,60	0,41	0,36	0,32	0,40	0,35	0,32	0,40	0,35	0,32
0,80	0,48	0,44	0,40	0,48	0,43	0,40	0,57	0,43	0,40
1,00	0,56	0,51	0,48	0,55	0,51	0,48	0,54	0,50	0,48
1,25	0,62	0,59	0,56	0,61	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55
1,50	0,63	0,59	0,56	0,62	0,58	0,58	0,61	0,58	0,55
1,71		0,62	← Valor Interpolado						
2,00	0,70	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	0,67	0,65	0,63
2,50	0,70	0,68	0,65	0,69	0,66	0,64	0,68	0,65	0,63
3,00	0,71	0,68	0,65	0,69	0,66	0,65	0,67	0,65	0,63
4,00	0,76	0,74	0,73	0,74	0,73	0,72	0,73	0,72	0,71
5,00	0,77	0,74	0,73	0,75	0,74	0,72	0,74	0,72	0,71

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

5.2.3 Determinação do fluxo luminoso

O fluxo luminoso é determinado conforme a Figura 30 abaixo.

Figura 30 - Determinação do fluxo luminoso.

- ▶ Determinação do fluxo luminoso de cada luminária -

φ_{lumin}

$$\varphi_{lumin} = \varphi_{nom} * N_{lâmpadas} * F_R$$

- ▶ Em que:

- ▶ φ_{nom} é fluxo luminoso nominal da lâmpada utilizada
- ▶ $N_{lâmpadas}$ é o Número de lâmpadas existentes em cada luminária
- ▶ F_R é o fator de fluxo luminoso do reator utilizado

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

5.2.4 Determinação do número de luminárias

O número de luminárias é determinado conforme a Figura 31 abaixo.

Figura 31 - Determinação do número de luminárias.

$$N_{lumin} = \frac{abE}{\varphi_{lumin} F_u F_d}$$

- ▶ Em que:

- ▶ N_{lumin} é o número de luminárias
- ▶ φ_{lumin} é fluxo total de cada luminária
- ▶ F_u é o fator de utilização
- ▶ F_d é o fator de depreciação
- ▶ E é a iluminância (lux)
- ▶ a é o comprimento do local (m)
- ▶ b é a largura do local (m)

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

5.2.5 Distribuição das luminárias

Uma vez calculado o número de luminárias, devemos proceder à sua distribuição sobre uma planta local.

Em locais de planta retangular, as luminárias se distribuem de forma uniforme, em filas paralelas aos eixos de simetria do local.

A distância máxima de separação entre as luminárias dependerá do ângulo de abertura do fecho de luz e da altura das luminárias em relação ao plano de trabalho.

Se a quantidade de luminárias resultantes do cálculo não for compatível com sua distribuição desejada, recomenda-se sempre o acréscimo de luminárias e não a eliminação, para que não haja prejuízo do nível desejado.

Definida a quantidade de luminárias desejada, pode-se calcular exatamente a iluminância média alcançada pela equação ilustrada na Figura 32 abaixo.

Figura 32 - Determinação do número de luminárias.

$$E_m = \frac{N_{lumin} * \varphi_{lumin} * F_u * F_d}{a * b}$$

Fonte: NRB 5410 (2004) apud Caixeta (2017)

A seguir são apresentadas as tabelas com os cálculos manuais, utilizando as fórmulas citadas acima.

Tabela 38 – Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 01

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : A.C. 01					
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados	
	1	Comprimento	a	m	1,00
2	largura	b	m	4,65	
3	pé - direito	H	m	2,92	
4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,00	
5	altura do pendente	hpend	m	0,05	
6	pé - direito útil $h = H - hpltr - hpend$	h	m	2,87	
7	índice do recinto $k = (ab) / [h(a+b)]$	k	-	0,286762665	
8	fator de depreciação	fd	-	0,85	
9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%	
10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%	
11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%	
Características da iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	100
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fuxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18	Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	17X17		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	N _{lumi}	pç	0,6
	26	Quantidade de Lâmpadas (N _{lumi} * n _{lamp})	N _{lamp}	pç	0,6
	27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28	Quantidade de Reatores (nr * N _{lumi})	Nr	pç	0
	Cálculo de Consumo	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç
30		iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	162,3225806
Dados Elétricos	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slimi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a área de circulação – 01, é de 100lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 162,32 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 39 – Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 02

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : A.C. 02					
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados	
	1	Comprimento	a	m	1,40
2	largura	b	m	3,95	
3	pé - direito	H	m	2,92	
4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,00	
5	altura do pendente	hpend	m	0,05	
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,87	
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,360155003	
8	fator de depreciação	fd	-	0,85	
9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%	
10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%	
11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%	
Características da iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	100
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18	Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	17X17		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25	Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd))$	Nlumi	pç	0,7
	26	Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	0,7
	27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0
Cálculo de Con	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	136,4918626
Dados Elétricos	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a área de circulação – 02, é de 100lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 136,49 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 40 – Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 03

TABELA METODO DOS LUMENS				
Recinto : A.C. 03				
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
	Características da iluminação	1 Comprimento	a	m
2 largura		b	m	4,45
3 pé - direito		H	m	2,92
4 altura do plano de trabalho		hpltr	m	0,00
5 altura do pendente		hpend	m	0,05
6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$		h	m	2,87
7 índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$		k	-	0,296008869
8 fator de depreciação		fd	-	0,85
9 coeficiente de reflexão teto		p1	-	80%
10 coeficiente de reflexão paredes		p2	-	50%
11 coeficiente de reflexão piso		p3	-	30%
12 iluminância planejada (conforme norma)		Em	lx	100
13 Tonalidade ou temperatura de cor		T	k	3000
14 Índice de reprodução de cores		IRC	R	80
Lâmpadas e Luminárias	15 Tipo de lâmpada	LED		
	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18 Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	17X17		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25 Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd))$	Nlumi	pç	0,6
	26 Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	0,6
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28 Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0
Cálculo de Consumo Elétricos	29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	161,540931
	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a área de circulação – 03, é de 100lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 161,54 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 41 – Cálculo Luminotécnico – Varanda

TABELA METODO DOS LUMENS				
Recinto : VARANDA				
	Variável	Formulas	Unidade	Dados
Descrição do ambiente	1 Comprimento	a	m	3,50
	2 largura	b	m	1,45
	3 pé - direito	H	m	2,92
	4 altura do plano de trabalho	hpltr	m	0
	5 altura do pendente	hpend	m	0,05
	6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,87
	7 índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,357230845
	8 fator de depreciação	fd	-	0,85
	9 coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%
	10 coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%
	11 coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%
Característica da	12 iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	100
	13 Tonalidade ou temperatura de cor	I	k	3000
Lâmpadas e Luminárias	14 Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15 Tipo de lâmpada	LED		
	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18 Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	17X17		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25 Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	Nlumi	pç	0,7
	26 Quantidade de Lampadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	0,7
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
28 Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0	
Cálculo de Contr	29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	148,729064
Dados Elétricos	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a varanda, é de 100lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 148,72 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 42 – Cálculo Luminotécnico – Garagem

TABELA METODO DOS LUMENS				
Recinto : GARAGEM				
	Variável	Formulas	Unidade	Dados
Descrição do ambiente	1 Comprimento	a	m	5,20
	2 largura	b	m	5,00
	3 pé - direito	H	m	2,92
	4 altura do plano de trabalho	hpltr	m	0
	5 altura do pendente	hpend	m	0,05
	6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,87
	7 índice do recinto $k=(ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,888160142
	8 fator de depreciação	fd	-	0,85
	9 coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%
	10 coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%
	11 coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%
Características da iluminação	12 iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	100
	13 Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
Lâmpadas e Luminárias	14 Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15 Tipo de lâmpada	LED		
	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18 Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	17X17		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,84
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25 Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / [\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd]$)	Nlumi	pç	3,0
	26 Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	3,0
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
28 Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0	
Cálculo de Con	29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	4
	30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	131,8153846
Dados Elétricos	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a garagem, é de 100lx, portanto foi dimensionado 04 (quatro) plafons led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 131,81 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 43 – Cálculo Luminotécnico – Sala Estar

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : ESTAR					
Característica da Iluminação	Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
Característica da Iluminação	1	Comprimento	a	m	3,20
	2	largura	b	m	3,50
	3	pé - direito	H	m	2,92
	4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,50
	5	altura do pendente	hpend	m	0,05
	6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,37
	7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,705334089
	8	fator de depreciação	fd	-	0,85
	9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%
	10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%
	11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%
	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
Lâmpadas e Luminárias	15	Tipo de lâmpada	LED		
	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fuxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	2600
	18	Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	30X30		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,78
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	2600
Cálculo de Consumo Elétricos	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd$)	Nlumi	pç	1,0
	26	Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	1,0
	27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0
	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30	iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	153,9107143
	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	25
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	27,77777778
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0	
36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0	
37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	25	
38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	27,77777778	

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a sala estar, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, que equivale à 153,91 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 44 – Cálculo Luminotécnico – Sala de Jantar

TABELA METODO DOS LUMENS					
Recinto : JANTAR					
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados	
	1	Comprimento	a	m	2,80
2	largura	b	m	3,50	
3	pé - direito	H	m	2,92	
4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,75	
5	altura do pendente	hpend	m	0,05	
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,12	
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,733752621	
8	fator de depreciação	fd	-	0,85	
9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%	
10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%	
11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%	
Características da iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	2600
	18	Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	30X30		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,79
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	2600
	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	Nlumi	pç	0,8
	26	Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	0,8
	27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0
	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
Cálculo de Consumo	30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	178,1530612
	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	25
Dados Elétricos	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	27,77777778
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	25
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	27,77777778

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a sala de jantar, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, que equivale à 178,15 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 45 – Cálculo Luminotécnico – Cozinha

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : COZINHA					
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados	
	1	Comprimento	a	m	2,75
2	largura	b	m	3,50	
3	pé - direito	H	m	2,92	
4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	1,10	
5	altura do pendente	hpend	m	0,05	
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	1,77	
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,870056497	
8	fator de depreciação	fd	-	0,85	
9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%	
10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%	
11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%	
Características da Iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	2600
	18	Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	30X30		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,84
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	2600
	25	Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd))$	N _{lumi}	pç	0,8
	26	Quantidade de Lâmpadas (N _{lumi} * n _{lamp})	N _{lamp}	pç	0,8
	27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
28	Quantidade de Reatores (nr * N _{lumi})	Nr	pç	0	
Cálculo de Consumo	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	192,8727273
Dados Elétricos	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	25
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	27,77777778
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	25
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	27,77777778

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a cozinha, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, que equivale à 192,87 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 46 – Cálculo Luminotécnico – Dormitório-1

TABELA MÉTODO DOS LUMENS				
Recinto : DORMITÓRIO 01				
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
	Características da iluminação	1 Comprimento	a	m
2 largura		b	m	3,50
3 pé - direito		H	m	2,92
4 altura do plano de trabalho		hpltr	m	0,50
5 altura do pendente		hpend	m	0,05
6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$		h	m	2,37
7 índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$		k	-	0,681596884
8 fator de depreciação		fd	-	0,85
9 coeficiente de reflexão teto		p1	-	80%
10 coeficiente de reflexão paredes		p2	-	50%
11 coeficiente de reflexão piso		p3	-	30%
12 Iluminância planejada (conforme norma)		Em	lx	150
13 Tonalidade ou temperatura de cor		T	k	3000
14 Índice de reprodução de cores		IRC	R	80
Lâmpadas e Luminárias	15 Tipo de lâmpada	LED		
	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	2600
	18 Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	30X30		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,77
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	2600
	25 Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd))$	Nlumi	pç	0,9
	26 Quantidade de Lampadas ($N_{lumi} \cdot n_{lamp}$)	Nlamp	pç	0,9
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28 Quantidade de Reatores ($nr \cdot N_{lumi}$)	Nr	pç	0
29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1	
30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	162,0666667	
Dados Elétricos	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	25
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	27,77777778
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	25
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	27,77777778

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender o dormitório-1, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, que equivale à 162,06 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 47 – Cálculo Luminotécnico – Dormitório-2

TABELA MÉTODO DOS LUMENS				
Recinto : DORMITÓRIO 02				
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
	Descrição do ambiente	1 Comprimento	a	m
2 largura		b	m	3,20
3 pé - direito		H	m	2,92
4 altura do plano de trabalho		hpltr	m	0,50
5 altura do pendente		hpend	m	0,05
6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$		h	m	2,37
7 índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$		k	-	0,653327889
8 fator de depreciação		fd	-	0,85
9 coeficiente de reflexão teto		p1	-	80%
10 coeficiente de reflexão paredes		p2	-	50%
11 coeficiente de reflexão piso		p3	-	30%
Características da iluminação	12 iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13 Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14 Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15 Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	2600
	18 Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	30X30		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,76
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	2600
	25 Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	N _{lumi}	pç	0,9
	26 Quantidade de Lâmpadas ($N_{lumi} \cdot n_{lamp}$)	N _{lamp}	pç	0,9
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28 Quantidade de Reatores ($nr \cdot N_{lumi}$)	Nr	pç	0
	Cálculo de Condição	29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç
30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)		Em	lx	174,9583333
Dados Elétricos	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	25
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	27,77777778
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	25
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	Slimi	VA	27,77777778

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a dormitório-2, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 30x30cm com 2600 lumens, que equivale à 174,95 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 48 – Cálculo Luminotécnico – Suite

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : SUITE					
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados	
	1	Comprimento	a	m	4,15
2	largura	b	m	4,00	
3	pé - direito	H	m	2,92	
4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,5	
5	altura do pendente	hpend	m	0,05	
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,37	
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,859413424	
8	fator de depreciação	fd	-	0,85	
9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%	
10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%	
11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%	
Características da Iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	4500
	18	Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	60X60		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,84
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	4500
	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	N _{lumi}	pç	0,8
26	Quantidade de Lâmpadas ($N_{lumi} \cdot n_{lamp}$)	N _{lamp}	pç	0,8	
27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0	
28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot N_{lumi}$)	Nr	pç	0	
Cálculo de Consumo	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	193,5542169
Dados Elétricos	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	48
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	53,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	48
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	53,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a dormitório-2, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 60x60cm com 4500 lumens, que equivale à 193,55 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 49 – Cálculo Luminotécnico – Banho Social

TABELA MÉTODO DOS LUMENS				
Recinto : BANHO SOCIAL				
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
	Descrição do ambiente	1 Comprimento	a	m
2 largura		b	m	1,30
3 pé - direito		H	m	2,92
4 altura do plano de trabalho		hpltr	m	0,45
5 altura do pendente		hpend	m	0,05
6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$		h	m	2,42
7 índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$		k	-	0,374783779
8 fator de depreciação		fd	-	0,85
9 coeficiente de reflexão teto		p1	-	80%
10 coeficiente de reflexão paredes		p2	-	50%
11 coeficiente de reflexão piso		p3	-	30%
Características da iluminação	12 iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13 Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14 Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15 Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18 Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	17X17		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25 Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd))$	N _{lumi}	pç	0,8
	26 Quantidade de Lampadas (N _{lumi} * n _{lamp})	N _{lamp}	pç	0,8
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28 Quantidade de Reatores (nr * N _{lumi})	Nr	pç	0
	Cálculo de Consumo Elétricos	29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç
30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)		Em	lx	193,5384615
31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada		Plamp	W	12
32 Fator de potencia de cada lâmpada		fplamp		0,90
33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada		Slamp	VA	13,33333333
34 Potência elétrica ativa de cada reator		Pr	W	0
35 Fator de potencia de cada reator		fpr		0
36 Potência elétrica aparente de cada reator		Sr	VA	0
37 Potência elétrica ativa de cada luminária		Plumi	W	12
38 Potência elétrica aparente de cada luminária		Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a banho social, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 193,53 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 50 – Cálculo Luminotécnico – Banho Suite

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : BANHO SUITE					
Descrição do ambiente	Variável		Formulas	Unidade	Dados
		1	Comprimento	a	m
	2	largura	b	m	3,00
	3	pé - direito	H	m	2,92
	4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,45
	5	altura do pendente	hpend	m	0,05
	6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,42
	7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,374783779
	8	fator de depreciação	fd	-	0,85
	9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%
	10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%
	11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%
Características da iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18	Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	17X17		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	N _{lumi}	pç	0,8
	26	Quantidade de Lampadas (N _{lumi} * n _{lamp})	N _{lamp}	pç	0,8
27	Quantidade de reatores por luminária	n _r	pç	0	
28	Quantidade de Reatores (n _r * N _{lumi})	N _r	pç	0	
29	Quantidade de luminárias na instalação	N _i	pç	1	
Dados Elétricos	30	Iluminância alcançada ($N_i \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	193,5384615
	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	P _{lamp}	W	12
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	f _{p_{lamp}}		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	S _{lamp}	VA	13,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	P _r	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	f _{p_r}		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	S _r	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	P _{lumi}	W	12
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	S _{lumi}	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a banho suite, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 193,53 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 51 – Cálculo Luminotécnico – Closet

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : CLOSET					
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados	
	1	Comprimento	a	m	2,45
2	largura	b	m	2,00	
3	pé - direito	H	m	2,92	
4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,00	
5	altura do pendente	hpend	m	0,05	
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	2,87	
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,383666758	
8	fator de depreciação	fd	-	0,85	
9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%	
10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%	
11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%	
Características da iluminação	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15	Tipo de lâmpada	LED		
Lâmpadas e Luminárias	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18	Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	17X17		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25	Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em) / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$	Nlumi	pç	1,0
26	Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	1,0	
27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0	
28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0	
29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1	
Cálculo de Condição	30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	154,0408163
	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
Dados Elétricos	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a closet, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 154,04 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 52 – Cálculo Luminotécnico – Despensa

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : DESPENSA					
Característica da Iluminação	Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
		1	Comprimento	a	
2	largura	b		m	2,65
3	pé - direito	H		m	2,92
4	altura do plano de trabalho	hpltr		m	0,00
5	altura do pendente	hpend		m	0,05
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h		m	2,87
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k		-	0,303885679
8	fator de depreciação	fd		-	0,85
9	coeficiente de reflexão teto	p1		-	80%
10	coeficiente de reflexão paredes	p2		-	50%
11	coeficiente de reflexão piso	p3		-	30%
12	iluminância planejada (conforme norma)	Em		lx	100
13	Tonalidade ou temperatura de cor	T		k	3000
14	Índice de reprodução de cores	IRC		R	80
Lâmpadas e Luminárias	15	Tipo de lâmpada	LED		
	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fuxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18	Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	17X17		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	Nlumi	pç	0,5
	26	Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	0,5
27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0	
28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0	
29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1	
30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	219,1001451	
Dados Elétricos	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a despensa, é de 100lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 219,10 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 53 – Cálculo Luminotécnico – Espaço Gourmet

TABELA MÉTODO DOS LUMENS				
Recinto : ESPAÇO GOURMET				
	Variável	Formulas	Unidade	Dados
Descrição do ambiente	1 Comprimento	a	m	5,90
	2 largura	b	m	4,65
	3 pé - direito	H	m	2,92
	4 altura do plano de trabalho	hpltr	m	1,10
	5 altura do pendente	hpend	m	0,05
	6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	1,77
	7 índice do recinto $k=(ab)/[h(a+b)]$	k	-	1,469194313
	8 fator de depreciação	fd	-	0,85
	9 coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%
	10 coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%
	11 coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%
Características da iluminação	12 iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13 Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
Lâmpadas e Luminárias	14 Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
	15 Tipo de lâmpada	LED		
	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1800
	18 Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	22X22		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,97
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1800
	25 Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	N _{lumi}	pç	2,8
	26 Quantidade de Lâmpadas ($N_{lumi} \cdot n_{lamp}$)	N _{lamp}	pç	2,8
	27 Quantidade de reatores por luminária	n _r	pç	0
28 Quantidade de Reatores ($n_r \cdot N_{lumi}$)	N _r	pç	0	
Cálculo de Consumo	29 Quantidade de luminárias na instalação	N _i	pç	4
	30 Iluminância alcançada ($N_i \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	216,3805358
Dados Elétricos	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	P _{lamp}	W	18
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	f _{plamp}		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	S _{lamp}	VA	20
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	P _r	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	f _{pr}		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	S _r	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	P _{lumi}	W	18
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	S _{lumi}	VA	20

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a espaço gourmet, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 22x22cm com 1800 lumens, que equivale à 216,38 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 54 – Cálculo Luminotécnico – Lavanderia

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : LAVANDERIA					
Característica da Iluminação	Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
Característica da Iluminação	1	Comprimento	a	m	2,35
	2	largura	b	m	2,50
	3	pé - direito	H	m	2,92
	4	altura do plano de trabalho	hpltr	m	0,95
	5	altura do pendente	hpend	m	0,05
	6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h	m	1,92
	7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k	-	0,630906357
	8	fator de depreciação	fd	-	0,85
	9	coeficiente de reflexão teto	p1	-	80%
	10	coeficiente de reflexão paredes	p2	-	50%
	11	coeficiente de reflexão piso	p3	-	30%
	12	iluminância planejada (conforme norma)	Em	lx	150
	13	Tonalidade ou temperatura de cor	T	k	3000
	14	Índice de reprodução de cores	IRC	R	80
Lâmpadas e Luminárias	15	Tipo de lâmpada	LED		
	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1800
	18	Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	22X22		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,75
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1800
	25	Quantidade de Luminárias $(a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd))$	N _{lumi}	pç	0,8
	26	Quantidade de Lâmpadas (N _{lumi} * n _{lamp})	N _{lamp}	pç	0,8
	27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28	Quantidade de Reatores (nr * N _{lumi})	Nr	pç	0
Características de Condições Elétricas	29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	195,3191489
	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	18
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	20
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	18
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slimi	VA	20

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a varanda gourmet, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 22x22cm com 1800 lumens, que equivale à 195,31 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 55 – Cálculo Luminotécnico – Lavabo

TABELA METODO DOS LUMENS				
Recinto : LAVABO				
Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
	Características da iluminação	1 Comprimento	a	m
2 largura		b	m	1,50
3 pé - direito		H	m	2,92
4 altura do plano de trabalho		hpltr	m	0,45
5 altura do pendente		hpend	m	0,05
6 pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$		h	m	2,42
7 índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$		k	-	0,287780401
8 fator de depreciação		fd	-	0,85
9 coeficiente de reflexão teto		p1	-	80%
10 coeficiente de reflexão paredes		p2	-	50%
11 coeficiente de reflexão piso		p3	-	30%
12 iluminância planejada (conforme norma)		Em	lx	150
13 Tonalidade ou temperatura de cor		T	k	3000
14 Índice de reprodução de cores		IRC	R	80
Lâmpadas e Luminárias	15 Tipo de lâmpada	LED		
	16 Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17 Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18 Lâmpadas por luminárias	n _{lamp}	pç	1
	19 Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20 Modelo da luminária	17X17		
	21 Modelo da Reator	não tem		
	22 Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23 Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24 Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot n_{lamp} \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25 Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / (\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd)$)	N _{lumi}	pç	0,4
	26 Quantidade de Lâmpadas (N _{lumi} * n _{lamp})	N _{lamp}	pç	0,4
	27 Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0
	28 Quantidade de Reatores (nr * N _{lumi})	Nr	pç	0
Cálculo de Consumo Elétrico	29 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1
	30 Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	387,0769231
	31 Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32 Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33 Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34 Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35 Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36 Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37 Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38 Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a varanda gourmet, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 387,07 lx para atender o fluxo luminoso.

Tabela 56 – Cálculo Luminotécnico – Guarita

TABELA MÉTODO DOS LUMENS					
Recinto : GUARITA					
Característica da Iluminação	Descrição do ambiente	Variável	Formulas	Unidade	Dados
		1	Comprimento	a	
2	largura	b		m	1,00
3	pé - direito	H		m	2,92
4	altura do plano de trabalho	hpltr		m	0
5	altura do pendente	hpend		m	0,05
6	pé - direito útil $h=H-hpltr-hpend$	h		m	2,87
7	índice do recinto $k= (ab)/[h(a+b)]$	k		-	0,232288037
8	fator de depreciação	fd		-	0,85
9	coeficiente de reflexão teto	p1		-	80%
10	coeficiente de reflexão paredes	p2		-	50%
11	coeficiente de reflexão piso	p3		-	30%
12	iluminância planejada (conforme norma)	Em		lx	100
13	Tonalidade ou temperatura de cor	T		k	3000
14	Índice de reprodução de cores	IRC		R	80
Lâmpadas e Luminárias	15	Tipo de lâmpada	LED		
	16	Modelo da lâmpada	PLAFON		
	17	Fluxo luminoso de cada lâmpada (tabela fabricante)	ϕ_{nom}	lm	1200
	18	Lâmpadas por luminárias	nlamp	pç	1
	19	Tipo de Luminária (Embutir / Sobrepor	embutir		
	20	Modelo da luminária	17X17		
	21	Modelo da Reator	não tem		
	22	Fator de fluxo luminoso do Reator	Fr		1
	23	Fator de utilização (Tabela fabricante luminária)	Fu		0,74
	24	Fluxo luminoso de cada luminária ($\phi_{nom} \cdot nlamp \cdot Fr$)	ϕ_{lumi}	lm	1200
	25	Quantidade de Luminárias ($a \cdot b \cdot Em / [\phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd]$)	Nlumi	pç	0,3
26	Quantidade de Lâmpadas ($Nlumi \cdot nlamp$)	Nlamp	pç	0,3	
27	Quantidade de reatores por luminária	nr	pç	0	
28	Quantidade de Reatores ($nr \cdot Nlumi$)	Nr	pç	0	
29	Quantidade de luminárias na instalação	Ni	pç	1	
30	Iluminância alcançada ($Ni \cdot \phi_{lumi} \cdot Fu \cdot Fd / a \cdot b$)	Em	lx	377,4	
Dados Elétricos	31	Potência elétrica ativa de cada lâmpada	Plamp	W	12
	32	Fator de potencia de cada lâmpada	fplamp		0,90
	33	Potência elétrica aparente de cada lâmpada	Slamp	VA	13,33333333
	34	Potência elétrica ativa de cada reator	Pr	W	0
	35	Fator de potencia de cada reator	fpr		0
	36	Potência elétrica aparente de cada reator	Sr	VA	0
	37	Potência elétrica ativa de cada luminária	Plumi	W	12
	38	Potência elétrica aparente de cada luminária	Slumi	VA	13,33333333

Segundo a NBR 5413, a quantidade de lux para atender a guarita, é de 150lx, portanto foi dimensionado 01 (um) plafon led 17x17cm com 1200 lumens, que equivale à 377,40 lx para atender o fluxo luminoso.

5.3 Dimensionamento da quantidade de tomadas

O dimensionamento do número de tomadas é realizado de acordo com a NBR 5410, que estabelece a quantidade pelo tipo e perímetro do ambiente, conforme a seguir:

- Salas e dormitórios: 01 ponto de tomada para cada 5m, ou fração, de perímetro;
- Copa e cozinha, lavanderia: 01 ponto de tomada para cada 3,5m, ou fração de perímetro;
- Banheiros e lavabo: No mínimo 01 ponto de tomada próximo ao lavatório, com uma distância mínima de 0,60m do box;
- Varandas e garagem: No mínimo 01 ponto de tomada, independente da área;
- Demais ambientes: 01 ponto de tomada para cada 5m de fração ou perímetro, se a área do ambiente for superior a 6m², se a área for inferior, somente 01 ponto.

Tabela 57 – Quantidade de tomadas

CÁLCULO DO NÚMERO DE TOMADAS SEGUNDO NBR 5410						
DEPENDÊNCIA	COMPRIMENTO (m)	LARGURA (m)	PERÍMETRO(m)	ÁREA (m ²)	Nº TOMADA CALCULADO	Nº TOMADA INSTALADO
VARANDA	3,50	1,45	9,90	5,08	1,00	1
SUITE	4,15	4,00	16,30	16,60	3,26	5
LAVANDERIA	2,35	2,50	9,70	5,88	2,77	3
LAVABO	1,30	1,50	5,60	1,95	1,00	1
JANTAR	2,80	3,50	12,60	9,80	2,52	3
GARAGEM	5,20	5,00	20,40	26,00	4,08	5
DORMITÓRIO 01	3,00	3,50	13,00	10,50	2,60	3
DORMITÓRIO 02	3,00	3,20	12,40	9,60	2,48	3
ESTAR	3,20	3,50	13,40	11,20	2,68	4
ESPAÇO GOURMET	5,90	4,65	21,10	27,44	4,22	6
DESPENSA	1,30	2,65	7,90	3,45	1,00	1
COZINHA	2,75	3,50	12,50	9,63	3,57	7
CLOSET	2,45	2,00	8,90	4,90	1,00	1
BANHO SUITE	1,30	3,00	8,60	3,90	1,00	1
BANHO SOCIAL	3,00	1,30	8,60	3,90	1,00	1
A.C. 03	1,05	4,45	11,00	4,67	1,00	1
A.C. 02	1,40	3,95	10,70	5,53	1,00	1
A.C. 01	1,00	4,65	11,30	4,65	1,00	1

5.4 Dimensionamento do quadro de distribuição

O dimensionamento de um circuito, conforme a NBR 5410:2014, segue vários critérios visando a escolha de uma seção de um condutor e o seu dispositivo de proteção. A seguir são apresentadas as tabelas com os 6 critérios de dimensionamento conforme a norma.

5.4.1 Critério de dimensionamento seção mínima

Tabela 58 – Quadro de Distribuição - Parte-1

Nº CIRCUITO	FINALIDADE	1- SEÇÃO MINIMA
		SC1 (mm ²)
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	1,5
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	1,5
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	1,5
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	2,5
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	2,5
6	TOMADAS SUITE	2,5
7	TOMADAS COZINHA	2,5
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	2,5
9	TOMADAS DESPensa, LAVABO	2,5
10	TOMADAS LAVANDERIA	2,5
11	MOTOR DO PORTÃO	2,5
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	2,5
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	2,5
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	2,5
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	2,5
16	AR CONDICIONADO SUITE	2,5
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	2,5
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	2,5

Conforme a NBR 5410, a seção mínima para os circuitos de iluminação é de 1,5mm², circuitos de força 2,5mm² e circuitos de comando 0,5mm².

5.4.2 Critério de dimensionamento capacidade de condução de corrente

Tabela 59 – Quadro de Distribuição - Parte-2

N° CIRCUITO	FINALIDADE	2 - CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE								
		METODO DE INSTALAÇÃO	Ib (A)	K1	K2	K3	Ib'	N° DE COND. CARREGADOS	Iz (A)	SC2 (mm ²)
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	B1	1,79	1,00	1,00	0,80	2,24	2,00	14,00	1
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	B1	2,11	1,00	1,00	0,70	3,01	2,00	14,00	1
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	B1	1,08	1,00	1,00	0,70	1,54	2,00	14,00	1
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	B1	11,13	1,00	1,00	0,80	13,91	2,00	14,00	1
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	B1	11,13	1,00	1,00	0,70	15,89	2,00	17,50	1,5
6	TOMADAS SUITE	B1	10,27	1,00	1,00	0,70	14,67	2,00	17,50	1,5
7	TOMADAS COZINHA	B1	18,83	1,00	1,00	1,00	18,83	2,00	24,00	2,5
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	B1	10,27	1,00	1,00	0,80	12,84	2,00	14,00	1
9	TOMADAS DESPENSA, LAVABO	B1	6,85	1,00	1,00	0,70	9,78	2,00	14,00	1
10	TOMADAS LAVANDERIA	B1	15,41	1,00	1,00	0,70	22,01	2,00	24,00	2,5
11	MOTOR DO PORTÃO	B1	4,28	1,00	1,00	1,00	4,28	2,00	14,00	1
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	B1	27,27	1,00	1,00	1,00	27,27	2,00	32,00	4
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	B1	27,27	1,00	1,00	1,00	27,27	2,00	32,00	4
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	B1	4,02	1,00	1,00	1,00	4,02	2,00	14,00	1
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	B1	4,02	1,00	1,00	1,00	4,02	2,00	14,00	1
16	AR CONDICIONADO SUITE	B1	6,16	1,00	1,00	1,00	6,16	2,00	14,00	1
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	B1	71,91	1,00	1,00	1,00	71,91	3,00	89,00	25
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	B1	71,91	1,00	1,00	1,00	71,91	3,00	89,00	25

A capacidade de condução de corrente é um critério muito importante, pois leva em consideração os efeitos térmicos provocados nos componentes do circuito pela passagem da corrente elétrica em condições normais (corrente de projeto).

Tal critério de dimensionamento é tratado na seção 6.2.5 da NBR 5410, que apresenta as tabelas para determinação das seções dos condutores pela capacidade de corrente.

5.4.3 Critério de dimensionamento queda de tensão

Tabela 60 – Quadro de Distribuição - Parte-3

N° CIRCUITO	FINALIDADE	3- QUEDA DE TENSÃO	
		SC min	SC3 (mm²)
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	0,24	1
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	0,46	1
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	0,09	1
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	1,35	1,5
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	1,06	1,5
6	TOMADAS SUITE	0,96	1
7	TOMADAS COZINHA	1,35	1,5
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	0,63	1
9	TOMADAS DESPENSA, LAVABO	0,60	1
10	TOMADAS LAVANDERIA	1,98	2,5
11	MOTOR DO PORTÃO	0,43	1
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	0,42	1
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	1,02	1,5
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	0,07	1
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	0,10	1
16	AR CONDICIONADO SUITE	0,24	1
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	5,10	6
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	2,92	4

Este critério é abordado no item 6.2.7 da NBR 5410, tabela 46, onde a norma fixa os limites máximos admissíveis de queda de tensão nas instalações alimentadas por ramal de baixa tensão (4%) e por transformador/gerador próprio (7%)

5.4.4 Critério de dimensionamento sobrecarga

Tabela 61 – Quadro de Distribuição - Parte-4

Nº CIRCUITO	FINALIDADE	4- SOBRECARGA										
		SC (Maior entre 1,2 e 3)	SC (informe se mudar a seção)	Iz (A)	Ib (A)	In (A)	Izk1xk2xk3	I2	1,45 x Iz x K1 x k2 x k3	VERIFICAR CONDIÇÃO		SC4 (mm²)
										I2≤I45Izk1K2K3	Ib≤InIzk1K2K3	
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	1,5	1,5	17,50	1,79	10	14,00	14,50	20,30	OK	OK	1,5
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	1,5	1,5	17,50	2,11	10	12,25	14,50	17,76	OK	OK	1,5
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	1,5	1,5	17,50	1,08	10	12,25	14,50	17,76	OK	OK	1,5
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	2,5	2,5	24,00	11,13	16	19,20	23,20	27,84	OK	OK	2,5
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	2,5	2,5	24,00	11,13	16	16,80	23,20	24,36	OK	OK	2,5
6	TOMADAS SUITE	2,5	2,5	24,00	10,27	16	16,80	23,20	24,36	OK	OK	2,5
7	TOMADAS COZINHA	2,5	2,5	24,00	18,83	20	24,00	29,00	34,80	OK	OK	2,5
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	2,5	2,5	24,00	10,27	16	19,20	23,20	27,84	OK	OK	2,5
9	TOMADAS DESPENSA, LAVABO	2,5	2,5	24,00	6,85	10	16,80	14,50	24,36	OK	OK	2,5
10	TOMADAS LAVANDERIA	2,5	2,5	24,00	15,41	16	16,80	23,20	24,36	OK	OK	2,5
11	MOTOR DO PORTÃO	2,5	2,5	24,00	4,28	10	24,00	14,50	34,80	OK	OK	2,5
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	4	4	32,00	27,27	32	32,00	46,40	46,40	OK	OK	4
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	4	4	32,00	27,27	32	32,00	46,40	46,40	OK	OK	4
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	2,5	2,5	24,00	4,02	10	24,00	14,50	34,80	OK	OK	2,5
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	2,5	2,5	24,00	4,02	10	24,00	14,50	34,80	OK	OK	2,5
16	AR CONDICIONADO SUITE	2,5	2,5	24,00	6,16	10	24,00	14,50	34,80	OK	OK	2,5
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	25	25	89,00	71,91	70	89,00	101,50	129,05	OK	OK	25
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	25	25	89,00	71,91	70	89,00	101,50	129,05	OK	OK	25

A proteção contra sobrecorrentes é objeto do capítulo 5.3 e das seções 5.7.4, 6.3.4 e 6.3.7 da NBR 5410. Ela foca o assunto estabelecendo prescrições para a proteção contra correntes de sobrecarga, de um lado, e para a proteção contra correntes de curto-circuito, de outro.

5.4.5 Critério de dimensionamento curto circuito

Tabela 62 – Quadro de Distribuição - Parte-5

Nº CIRCUITO	FINALIDADE	5- CURTO CIRCUITO							
		Sc (Maior entre 1, 2, 3 e 4)	Ik min (Ka)	Ir (Ka)	k	$TC^2 \leq (K^2 \times S^2) / I^2$	Tempo de Eliminação da Falta do Disjuntor (s) td	td ≤ tc Verificar Condição	Sc5 (mm²)
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	1,5	0,15	5	115,0	1,330	0,01	OK	1,5
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	1,5	0,09	5	115,0	3,597	0,01	OK	1,5
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	1,5	0,25	5	115,0	0,480	0,01	OK	1,5
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	2,5	0,27	5	115,0	1,121	0,01	OK	2,5
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	2,5	0,35	5	115,0	0,691	0,01	OK	2,5
6	TOMADAS SUITE	2,5	0,35	5	115,0	0,663	0,01	OK	2,5
7	TOMADAS COZINHA	2,5	0,46	5	115,0	0,391	0,01	OK	2,5
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	2,5	0,54	5	115,0	0,285	0,01	OK	2,5
9	TOMADAS DESPESA, LAVABO	2,5	0,38	5	115,0	0,583	0,01	OK	2,5
10	TOMADAS LAVANDERIA	2,5	0,26	5	115,0	1,251	0,01	OK	2,5
11	MOTOR DO PORTÃO	2,5	0,33	5	115,0	0,761	0,01	OK	2,5
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	4	3,40	5	115,0	0,018	0,01	OK	4
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	4	1,41	5	115,0	0,106	0,01	OK	4
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	2,5	1,89	5	115,0	0,023	0,01	OK	2,5
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	2,5	1,28	5	115,0	0,051	0,01	OK	2,5
16	AR CONDICIONADO SUITE	2,5	0,84	5	115,0	0,118	0,01	OK	2,5
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	25	4,67	5	115,0	0,380	0,01	OK	25
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	25	8,15	25	115,0	0,124	0,01	OK	25

Curto-circuito é a passagem de corrente elétrica acima do normal em um circuito devido à redução abrupta da impedância. Geralmente provoca danos no elemento que causou a redução de impedância quanto no circuito elétrico.

5.4.6 Critério de dimensionamento choques elétricos

Tabela 63 – Quadro de Distribuição - Parte-6

N° CIRCUITO	FINALIDADE	6- CHOQUES ELETRICOS			
		DR (Sim=1 ou Não=0)	Sistema de Aterramento	Sc Calculado (mm ²)	Sc6 (mm ²)
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	0	TNS	-	-
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	0	TNS	-	-
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	0	TNS	-	-
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	0	TNS	-	-
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	1	TNS	-	-
6	TOMADAS SUITE	1	TNS	-	-
7	TOMADAS COZINHA	1	TNS	-	-
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	1	TNS	-	-
9	TOMADAS DESPÊNSA, LAVABO	1	TNS	-	-
10	TOMADAS LAVANDERIA	1	TNS	-	-
11	MOTOR DO PORTÃO	0	TNS	-	-
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	1	TNS	-	-
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	1	TNS	-	-
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	0	TNS	-	-
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	0	TNS	-	-
16	AR CONDICIONADO SUITE	0	TNS	-	-
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	0	TNS	-	-
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	0	TNS	-	-

O DR (dispositivo residual) é um disjuntor com sensibilidade de variação de corrente, quando é detectada uma corrente de fuga superior ao valor nominal, sendo indicado para áreas molhadas, onde é mais propício acidentes com choques elétricos, pois a água conduz corrente.

5.4.7. Resultados obtidos

Tabela 64 – Quadro de Distribuição - Parte-7

N° CIRCUITO	FINALIDADE	RESUMO						RESULTADOS									
		Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5	Sc6	Condutor Fase (mm²)	Condutor Neutro (mm²)	Condutor Terra (mm²)	Δ% Recalcular	Disjuntor				DR 30mA	
												Tipo	In (A)	Ik (kA)	Curva	Tipo	In (A)
1	ILUMINAÇÃO JANTAR, COZINHA, ESTAR, GARAGEM, GUARITA	1,5	1	1	1,5	1,5	-	1,5	1,5	1,5	0,63	2P	10	5	C	-	-
2	ILUMINAÇÃO DORMITÓRIOS 01, 02, SUITE, A.C., ARANDELAS	1,5	1	1	1,5	1,5	-	1,5	1,5	1,5	1,22	2P	10	5	C	-	-
3	ILUMINAÇÃO ESP. GOURMET, LAV., DESP., LAVANDERIA	1,5	1	1	1,5	1,5	-	1,5	1,5	1,5	0,23	2P	10	5	C	-	-
4	TOMADAS ESTAR, JANTAR, GARAGEM	2,5	1	1,5	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	2,17	2P	16	5	C	-	-
5	TOMADAS DORMITÓRIOS 01, 02, BANHO SOCIAL, A.C.	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	1,70	2P	16	5	C	DIN	25
6	TOMADAS SUITE	2,5	1,5	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	1,54	2P	16	5	C	DIN	25
7	TOMADAS COZINHA	2,5	2,5	1,5	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	2,17	2P	20	5	C	DIN	25
8	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	2,5	1	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	1,01	2P	16	5	C	DIN	25
9	TOMADAS DESPENSA, LAVABO	2,5	1	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	0,96	2P	10	5	C	DIN	25
10	TOMADAS LAVANDERIA	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	3,17	2P	16	5	C	DIN	25
11	MOTOR DO PORTÃO	2,5	1	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	0,69	2P	10	5	C	-	-
12	CHUVEIRO BANHO SOCIAL	2,5	4	1	4	4	-	4	4	4	0,42	2P	32	5	C	DIN	40
13	CHUVEIRO BANHO SUITE	2,5	4	1,5	4	4	-	4	4	4	1,02	2P	32	5	C	DIN	40
14	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 01	2,5	1	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	0,11	2P	10	5	C	-	-
15	AR CONDICIONADO DORMITÓRIO 02	2,5	1	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	0,17	2P	10	5	C	-	-
16	AR CONDICIONADO SUITE	2,5	1	1	2,5	2,5	-	2,5	2,5	2,5	0,39	2P	10	5	C	-	-
QD1	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	2,5	25,0	6,0	25,0	25,0	-	25,0	25,0	25,0	0,82	3P	70	5	C	-	-
QM1	QUADRO DE MEDIÇÃO	2,5	25,0	4,0	25,0	25,0	-	25,0	25,0	25,0	0,47	3P	70	25	C	-	-

No resumo é apresentado os resultados finais, comparando os seis critérios de dimensionamento da seção mínima dos condutores, onde é escolhido o valor de maior seção de acordo com os critérios.

5.5 Dimensionamento do quadro de medição (CEMIG)

Tabela 65 – Carga Instalada
CARGA INSTALADA

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT	POTÊNCIA UNIT. (W)	POTÊNCIA TOTAL (W)
01	LÂMPADA LED (10W - 127V)	15	10	150
02	LÂMPADA LED (12W - 127V)	14	12	168
03	LÂMPADA LED (18W - 127V)	05	18	90
04	LÂMPADA LED (25W - 127V)	05	25	125
05	LÂMPADA LED (48W - 127V)	01	48	48
06	TOMADAS DE USO GERAL (100VA - 127V)	38	100	3.800
07	TOMADAS DE USO GERAL (600VA - 127V)	10	600	6.000
08	PORTÃO (MOTOR 1Ø, 127V)	01	500	500
09	CHUVEIRO - 220V	02	6.000	12.000
10	AR CONDICIONADO 9.000 BTU's - 220V	02	814	1.628
11	AR CONDICIONADO 12.000 BTU's - 220V	01	1.247	1.247
TOTAL				25.756

5.6 Cálculo de demanda

Iluminação e tomadas unidades consumidoras residenciais-Tabela 11 - ND. 5.1 (D1)

Tabela 66 – Fatores de demanda para iluminação e tomadas das unidades consumidoras residenciais

TABELA 11 - FATORES DE DEMANDA PARA ILUMINAÇÃO E TOMADAS UNIDADES CONSUMIDORAS RESIDENCIAIS

Carga Instalada CI (kW)	Fator de Demanda
CI ≤ 1	0.86
1 < CI ≤ 2	0.81
2 < CI ≤ 3	0.76
3 < CI ≤ 4	0.72
4 < CI ≤ 5	0.68
5 < CI ≤ 6	0.64
6 < CI ≤ 7	0.60
7 < CI ≤ 8	0.57
8 < CI ≤ 9	0.54
9 < CI ≤ 10	0.52
CI > 10	0.45

NOTAS:

1. É recomendável que a previsão de cargas de iluminação e o número de tomadas, feita pelo consumidor, atenda as prescrições da NBR 5410.
2. Para lâmpadas incandescentes, considerar : kVA = kW (fator de potência unitário).
3. Para lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, sódio e fluorescente) e tomada considerar : kVA = kW / 0,92.

Fonte: CEMIG, ND 5.1 (2015)

$$D1 = [(0,15 + 0,17 + 0,09 + 0,12 + 0,05 + 3,80 + 6,00) \text{ KVA} = \text{KW}/0,92]$$

$$D1 = 11,28\text{KVA} \rightarrow \text{fator de demanda } 0,45, \text{ CI} > \text{que } 10\text{KW}$$

$$D1 = 5,08\text{KVA}$$

Tabela 67 – Fatores de demanda para aparelhos eletro domésticos, de aquecimento, de refrigeração e condicionadores de ar

TABELA 14 - FATORES DE DEMANDA DE APARELHOS ELETRO DOMÉSTICOS, DE AQUECIMENTO, DE REFRIGERAÇÃO E CONDICIONADORES DE AR

Número de Aparelhos	Fator de Demanda %	Número de Aparelhos	Fator de Demanda %
1	100	16	43
2	92	17	42
3	84	18	41
4	76	19	40
5	70	20	40
6	65	21	39
7	60	22	39
8	57	23	39
9	54	24	38
10	52	25	38
11	49	26 a 30	37
12	48	31 a 40	36
13	46	41 a 50	35
14	45	51 a 60	34
15	44	61 ou mais	33

NOTAS :

1. Aplicar os fatores de demanda à carga instalada determinada por grupo de aparelhos, separadamente.
2. Considerar kW = kVA (fator de potência unitário) para os aparelhos de aquecimento; para os demais, considerar kVA = kW / 0,92.
3. No caso de hotéis, o consumidor deve verificar a conveniência de aplicação desta tabela ou de fator de demanda igual 100%.

Fonte: CEMIG, ND 5.1 (2015)

Condicionadores de ar – Tabela 14 - ND. 5.1 (D2)

$$D2 = [(2 \text{ aparelhos} \times 0,81) + (1 \text{ aparelho} \times 1,25)] \text{ KVA} = \text{KW} / 0,92]$$

$$D2 = 3,12 \text{KVA} \rightarrow \text{fator de demanda } 0,84 \text{ P/ } 3 \text{ aparelhos}$$

$$D2 = 2,62 \text{KVA}$$

Aparelhos de aquecimento - Tabela 14 - ND. 5.1 (D3)

$$D3 = [(2 \text{ chuveiros} \times 6,00)] \text{ KVA} = \text{KW}]$$

$$D3 = 12,00 \text{KVA} \rightarrow \text{fator de demanda } 0,92 \text{ P/ } 2 \text{ aparelhos}$$

$$D3 = 11,04 \text{KVA}$$

Demanda total

$$DT = D1 + D2 + D3$$

$$DT = 5,08 + 2,62 + 11,04$$

$$DT = 18,74 \text{KVA}$$

Tabela 68 – Dimensionamento da proteção da medição,
Dimensionamento – Tabela 2 da ND-5.1

Ramal	Carga instalada KW	Demanda KVA	Condutor mm2	Condutor de proteção mm2	Eletroduto mm	Proteção A	Faixa de atendimento
Áereo	25,75	18,74	3#16,0	1#16,0	1Ø32	3P:60	C2

Tabela 69 – Dimensionamento para unidades consumidoras urbanas ou rurais atendidas por redes de distribuição secundárias trifásica (127/220V) – Ligação a 4 fios.

TABELA 2 - DIMENSIONAMENTO PARA UNIDADES CONSUMIDORAS URBANAS OU RURAIS ATENDIDAS POR REDES DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIAS TRIFÁSICAS (127/220V) - LIGAÇÕES A 4 FIOS

Fornecimento		Demanda Provável		Número de		Proteção		Ramal de Entrada				Aterramento		Poste (5)				Pontaletes (5)
Tipo	Faixa	de	até	Fios	Fases	Disjuntor Termo - Magnético	Conductor Cobre PVC - 70°C (3)	Eletroduto		Condutor cobre nu	Eletrodo	Condutor de proteção	Mesmo Lado da Rede		Lado Oposto da Rede		Aço	
								PVC	Aço				Aço	Concreto	Aço	Concreto		
		kVA				A	mm ²	mm		mm ²	Quantidade	mm ²	Tipo				Tipo	
C	C1	-	15,0	4	3	40	10	32	25	10	2	10	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1	
	C2	15,1	23,0			60	16											
	C3	23,1	27,0			70	25	40	32				16	PA2				
	C4	27,1	38,0			100	35											
	C5	38,1	47,0			120 ou 125	50	50	40			25						
	C6	47,1	57,0			150	70	60	50									
	C7	57,1	66,0			175	95	75	65			3	35	PA3	PC3	PA6		PC3
	C8	66,1	75,0			200												

NOTAS:

1. As seções dos condutores e os diâmetros dos eletrodutos são mínimos.
2. Para condutores com seção igual ou superior a 10 mm² é obrigatório o uso de cabo.
3. O condutor neutro do ramal de entrada deve ter seção igual a dos condutores fase.
4. As características técnicas dos postes e pontaletes estão indicadas nos Desenhos 49 e 50, páginas 7-65 e 7-66.
5. O engastamento do poste do padrão de entrada deve ser em base concretada.
6. As faixas C1 a C5 correspondem a ligações com medição com instalação direta (ver Tabela 6, página 6-8). As demais podem ser atendidas com ligação direta e medidor 30/200 A ou com ligação indireta e medidor 2,5/10 A.
7. As unidades consumidoras tipo C localizadas em área rural não são atendidas com transformador exclusivo, ou seja, são atendidas através de transformador compartilhado independentemente da localização desse transformador.
8. Os disjuntores devem ser de um dos modelos homologados pela Cemig listados no Manual do Consumidor nº 11.

Fonte: CEMIG, ND 5.1 (2015)

6 COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS

Comparando os resultados obtidos pelos dois métodos, chegou-se à conclusão de que o software Lumine é uma ferramenta muito prática que auxilia no desenvolvimento do projeto, com vários recursos para agilizar a elaboração de um projeto elétrico, como simbologia atualizada, lançamento automático da fiação, geração dos quadros de distribuição e medição, diagramas unifilar e multifilar, legenda, lista de materiais e detalhes para o enriquecimento do projeto. Porém para elaboração do projeto elétrico no software é necessário que o usuário tenha conhecimento técnico e noções sobre como utilizar o software, pois o mesmo é falho em algumas ocasiões como: lançamento do número de tomadas, cálculo de ar condicionado, dimensionamento de entrada, dimensionamento dos circuitos e dimensionamento dos eletrodutos.

Ficou evidente que o cálculo manual é mais propício para projetos de menor porte por exigir menos cálculos e detalhamento pouco complexos, enquanto nos projetos de maior porte, o uso do software é imprescindível, garantindo uma redução no tempo gasto para a elaboração.

Conforme cálculos já apresentados, podemos sintetizar os resultados em tabelas, para efeito de comparação entre os dois métodos.

Tabela 70 - Tabela comparativa de dados Software/Manual - Luminotécnico

Software Lumine	<i>Resultado</i>	Cálculo Manual	<i>Resultado</i>
Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 01	Calculado 739,27 lm	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 01	Calculado 162,32 lx Conversão para lumens 754,79 lm
Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 02	Calculado 879,17 lm	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 02	Calculado 136,49 lx Conversão para lumens 754,79 lm
Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 03	Calculado 742,85 lm	Cálculo Luminotécnico – Área de Circulação - 03	Calculado 161,54 lx Conversão para lumens 754,39 lm
Cálculo Luminotécnico – Varanda	Calculado 806,84 lm	Cálculo Luminotécnico – Varanda	Calculado 148,72 lx Conversão para lumens 754,06 lm
Cálculo Luminotécnico – Garagem	Calculado 3.633,30 lm	Cálculo Luminotécnico – Garagem	Calculado 131,81 lx Conversão para lumens 3.427,32 lm
Cálculo Luminotécnico – Sala Estar	Calculado 2.527,02 lm	Cálculo Luminotécnico – Sala Estar	Calculado 153,91 lx Conversão para lumens 1.723,79 lm
Cálculo Luminotécnico – Sala de Jantar	Calculado 2.279,47 lm	Cálculo Luminotécnico – Sala de Jantar	Calculado 178,15 lx Conversão para lumens 1.745,87 lm
Cálculo Luminotécnico – Cozinha	Calculado 2.019,61 lm	Cálculo Luminotécnico – Cozinha	Calculado 192,87 lx Conversão para lumens 1.855,41 lm
Cálculo Luminotécnico – Dormitório 01	Calculado 2.398,20 lm	Cálculo Luminotécnico – Dormitório 01	Calculado 162,06 lx Conversão para lumens 1.701,63lm
Cálculo Luminotécnico – Dormitório 02	Calculado 2.225,21 lm	Cálculo Luminotécnico – Dormitório 02	Calculado 174,95 lx Conversão para lumens 1.679,62 lm
Cálculo Luminotécnico – Suite	Calculado 3.496,45 lm	Cálculo Luminotécnico – Suite	Calculado 193,55 lx Conversão para lumens 3.212,93 lm
Cálculo Luminotécnico – Banho Social	Calculado 930,05 lm	Cálculo Luminotécnico – Banho Social	Calculado 193,53 lx Conversão para lumens 754,81 lm
Cálculo Luminotécnico – Banho Suite	Calculado 930,05 lm	Cálculo Luminotécnico – Banho Suite	Calculado 193,53 lx Conversão para lumens 754,81 lm

Cálculo Luminotécnico – Closet	Calculado 1.168,52 lm	Cálculo Luminotécnico – Closet	Calculado 154,04 lx Conversão para lumens 754,80 lm
Cálculo Luminotécnico – Despensa	Calculado 547,69 lm	Cálculo Luminotécnico – Despensa	Calculado 219,10 lx Conversão para lumens 753,70 lm
Cálculo Luminotécnico – Espaço Gourmet	Calculado 5.016,70 lm	Cálculo Luminotécnico – Espaço Gourmet	Calculado 216,38 lx Conversão para lumens 5.935,30 lm
Cálculo Luminotécnico – Lavanderia	Calculado 1.378,01 lm	Cálculo Luminotécnico – Lavanderia	Calculado 195,31 lx Conversão para lumens 1.146,53 lm
Cálculo Luminotécnico – Lavabo	Calculado 465,02 lm	Cálculo Luminotécnico – Lavabo	Calculado 387,07 lx Conversão para lumens 754,81 lm
Cálculo Luminotécnico – Guarita	Calculado 317,96 lm	Cálculo Luminotécnico – Guarita	Calculado 377,40 lx Conversão para lumens 754,80 lm

Houve diferença nos cálculos, pois as distâncias calculadas pelo software, são maiores do que as reais calculadas manualmente, devido à configuração do software.

Os cálculos manuais foram elaborados seguindo as normas vigentes, por esse motivo são mais confiáveis em relação ao software, pois o mesmo não gera memória de cálculo para comparação.

Fórmula para conversão de lux para lumens

$$\varnothing_v(lm) = E_v(lx) \times A(m^2)$$

Onde:

$\varnothing_v(lm)$ = Fluxo luminoso (medido em lumens)

$E_v(lx)$ = Quantidade de lux

$A(m^2)$ = Área (medida em metros quadrados)

Tabela 71 - Tabela comparativa de dados Software/Manual – Circuitos, quadro de distribuição e quadro de medição

Software Lumine	<i>Resultado</i>	Cálculo Manual	<i>Resultado</i>
Dimensionamento do Circuito 1 – Iluminação Sala Jantar, Cozinha, Sala Estar, Garagem e Guarita	Quantidade de luminárias: 15 unid. Corrente do circuito: 1,95 A Fiação: 1,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 1 – Iluminação Sala Jantar, Cozinha, Sala Estar, Garagem e Guarita	Quantidade de luminárias: 15 unid. Corrente do circuito: 1,79 A Fiação: 1,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Dimensionamento do Circuito 2 – Iluminação Dormitório 01, Dormitório 02, Suite, Área de circulação 01 e arandelas.	Quantidade de luminárias: 17 unid. Corrente do circuito: 2,40 A Fiação: 1,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 2 – Iluminação Dormitório 01, Dormitório 02, Suite, Área de circulação 01 e arandelas.	Quantidade de luminárias: 17 unid. Corrente do circuito: 2,11 A Fiação: 1,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Dimensionamento do Circuito 3 – Iluminação Espaço Gourmet, Lavabo, Despensa e Lavanderia	Quantidade de luminárias: 08 unid. Corrente do circuito: 1,10 A Fiação: 1,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 3 – Iluminação Espaço Gourmet, Lavabo, Despensa e Lavanderia	Quantidade de luminárias: 08 unid. Corrente do circuito: 1,08 A Fiação: 1,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Dimensionamento do Circuito 4 – Tomadas Sala Estar, Sala Jantar e Garagem	Quantidade de tomadas: 13 unid. Corrente do circuito: 12,16 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.	Dimensionamento do Circuito 4 – Tomadas Sala Estar, Sala Jantar e Garagem	Quantidade de tomadas: 13 unid. Corrente do circuito: 11,13 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.
Dimensionamento do Circuito 5 - Tomadas Dormitório 01, Dormitório 02, Banho Social e Área de Circulação 01	Quantidade de tomadas: 08 unid. Corrente do circuito: 11,26 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.	Dimensionamento do Circuito 5 - Tomadas Dormitório 01, Dormitório 02, Banho Social e Área de Circulação 01	Quantidade de tomadas: 08 unid. Corrente do circuito: 11,13 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.
Dimensionamento do Circuito 6 – Tomadas Suite	Quantidade de tomadas: 07 unid. Corrente do circuito: 10,38 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.	Dimensionamento do Circuito 6 – Tomadas Suite	Quantidade de tomadas: 07 unid. Corrente do circuito: 10,27 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.

Dimensionamento do Circuito 7 – Tomadas Cozinha	Quantidade de tomadas: 07 unid. Corrente do circuito: 19,25 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 20 A.	Dimensionamento do Circuito 7 – Tomadas Cozinha	Quantidade de tomadas: 07 unid. Corrente do circuito: 18,83 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 20 A.
Dimensionamento do Circuito 8 – Tomadas Espaço Gourmet	Quantidade de tomadas: 07 unid. Corrente do circuito: 10,38 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.	Dimensionamento do Circuito 8 – Tomadas Espaço Gourmet	Quantidade de tomadas: 07 unid. Corrente do circuito: 10,27 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.
Dimensionamento do Circuito 9 – Tomadas Despensa e Lavabo	Quantidade de tomadas: 03 unid. Corrente do circuito: 6,89 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 9 – Tomadas Despensa e Lavabo	Quantidade de tomadas: 03 unid. Corrente do circuito: 6,85 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Dimensionamento do Circuito 10 – Tomadas Lavanderia	Quantidade de tomadas: 03 unid. Corrente do circuito: 15,41 A Fiação: 4,0mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.	Dimensionamento do Circuito 10 – Tomadas Lavanderia	Quantidade de tomadas: 03 unid. Corrente do circuito: 15,41 A Fiação: 4,0mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 16 A.
Dimensionamento do Circuito 11 – Motor Portão	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 4,92 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 11 – Motor Portão	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 4,28 A Fiação: 2,5mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Dimensionamento do Circuito 12 – Chuveiro Banho Social	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 27,27 A Fiação: 4,00mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 32 A.	Dimensionamento do Circuito 12 – Chuveiro Banho Social	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 27,27 A Fiação: 4,00mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 32 A.
Dimensionamento do Circuito 13 – Chuveiro Banho Suite	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 27,27 A Fiação: 4,00mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 32 A.	Dimensionamento do Circuito 13 – Chuveiro Banho Suite	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 27,27 A Fiação: 4,00mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 32 A.
Dimensionamento do Circuito 14 – Ar Condicionado – Dormitório 01	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 4,11 A Fiação: 2,50mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 14 – Ar Condicionado – Dormitório 01	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 4,02 A Fiação: 2,50mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.

Dimensionamento do Circuito 15 – Ar Condicionado – Dormitório 02	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 4,11 A Fiação: 2,50mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 15 – Ar Condicionado – Dormitório 02	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 4,02 A Fiação: 2,50mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Dimensionamento do Circuito 16 – Ar Condicionado – Suite	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 6,30 A Fiação: 2,50mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.	Dimensionamento do Circuito 16 – Ar Condicionado – Suite	Quantidade: 01 unid. Corrente do circuito: 6,16 A Fiação: 2,50mm ² Disjuntor Unipolar Termomagnético de 10 A.
Quadro de Distribuição	Corrente total do quadro: 60,09 A Fiação: 10,00mm ² Disjuntor: 63 A	Quadro de Distribuição	Corrente total do quadro: 71,91 A Fiação: 10,00mm ² Disjuntor: 63 A
Quadro de Medição	Corrente total do quadro: 60,09 A Fiação: 16,00mm ² Disjuntor 70 A	Quadro de Medição	Corrente total do quadro: 71,91 A Fiação: 16,00mm ² Disjuntor 63 A

Para os circuitos, os cálculos do software tiveram resultados satisfatórios em relação ao cálculo manual.

Em relação ao quadro de distribuição, o software calculou um cabo de 10mm² para um disjuntor de 63 A, mas segundo a ND 5.1 da concessionária local (CEMIG), para um disjuntor de 63 A é necessário um cabo de 16mm².

Elaborando os cálculos de demanda e aplicando os fatores de potência, foi calculado uma demanda de 18,74KVA, conforme tabela 66. De acordo com a ND 5.1 da concessionária local (CEMIG), para tal carga o consumidor se encaixa no item C2 da tabela 2, sendo necessário um disjuntor termomagnético de 60 A, com o condutor de cobre de 16 mm².

CONCLUSÃO

O projeto elétrico é de suma importância para garantir a segurança da instalação na construção de uma edificação, por esse motivo o software tem que ser confiável para que o projeto seja elaborado dentro das normas.

Feito os comparativos, foram observados que os cálculos de circuito do software foram bem próximos dos manuais sendo satisfatório o resultado. Por outro lado o quadro de distribuição e medição deixou a desejar com cálculos fora das normas vigentes.

Portanto, o software auxilia e acelera o processo de elaboração do projeto elétrico, mas quem o manuseia necessita familiarizar-se com sua interface, ter noções do funcionamento do mesmo, a fim de solucionar os erros apresentados, além de possuir conhecimento das normas vigentes que abrangem um projeto.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas>>. Acesso em: 14 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: Abnt, 2008. 217 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: Abnt, 1992. 13 p.

CAIXETA, I. N. (Org.). **Dimensionamento de Condutores**. Patos de Minas: Fpm, 2017. 92 p.

CAIXETA, I. N. (Org.). **Métodos de Cálculo de Iluminação**. Patos de Minas: Fpm, 2017. 100 p.

CEMIG DISTRIBUIÇÃO S.A.. **ND-5.1**: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais. Belo Horizonte: Cemig Distribuição S.a., 2015. 158 p.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: Ltc - Livros Técnicos e Científicos Editora S.a., 2007. 428 p.

CEMIG. **QUEM SOMOS**. 2017. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/quem_somos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 15 set. 2017.

CREA-MG. **Portal da Transparência**. Disponível em: <<http://crea-mg.implanta.net.br/portaltransparencia/#publico/Conteudos?id=d97c6166-8e4e-4bdb-89ba-fcad9dc9c3e6>>. Acesso em: 18 set. 2017.

ENGELETRICA. **Manual De Correção Do Fator De Potência, 2015**. Disponível em: <<http://www.engeletrica.com.br/fatordepotencia-manual-fatordepotencia.html>> acesso em 18 de set de 2017.

FÍSICA, **Só. Corrente Elétrica**. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/corrente.php>>. Acesso em: 18 set. 2017.

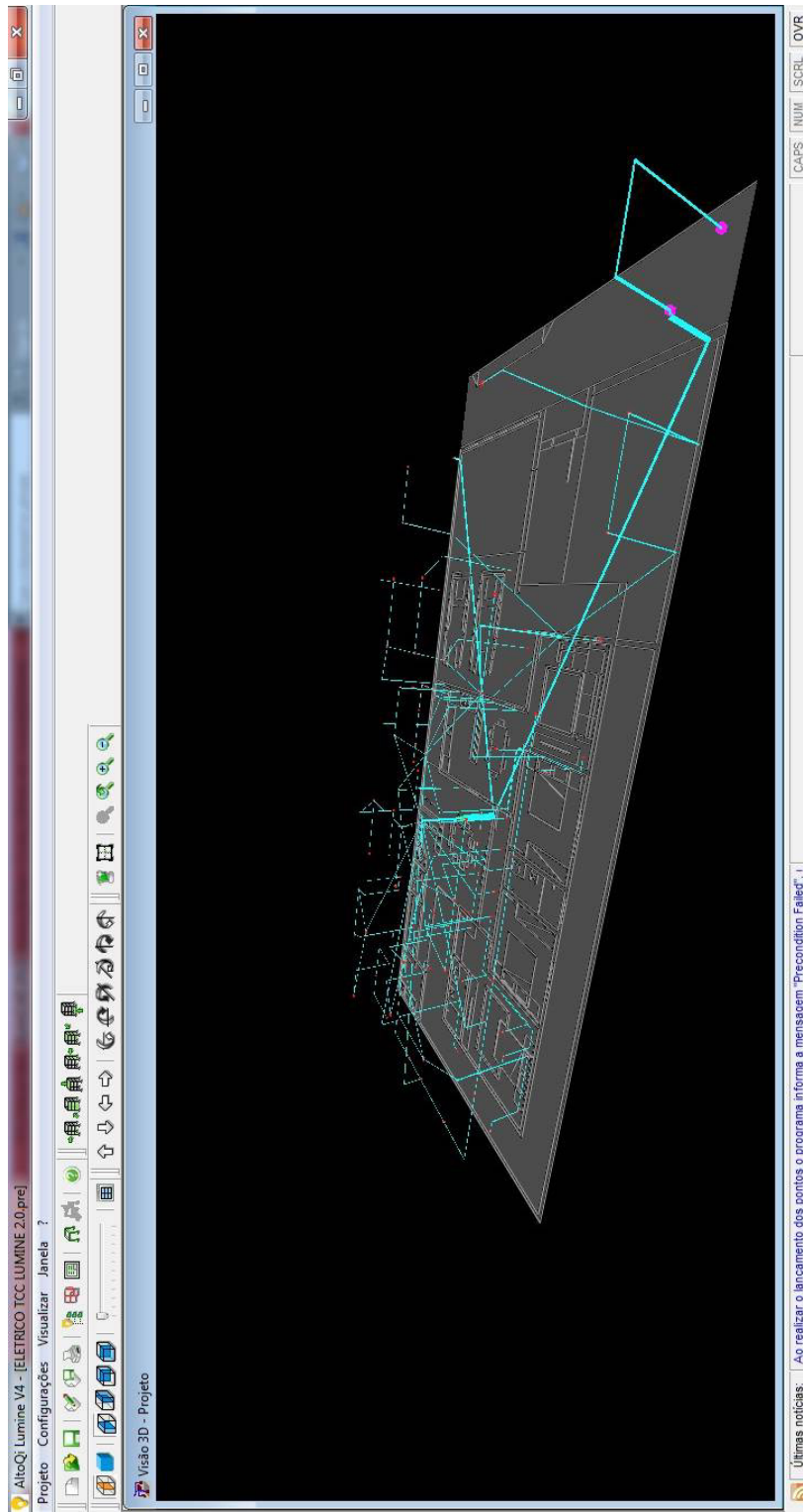
<<https://www.tigre.com.br/eletroduto-corrugado-reforcado-tigreflex>> [acesso em 18 de set de 2017].

LIMA-FILHO, D. L. **PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS**. 12. ed. São Paulo: Editora Érika Ltda, 2013. 272 p.

ONS. **Operador Nacional do Sistema**. 2017. Disponível em: <<http://ons.org.br/>>. Acesso em: 14 set. 2017.

ANEXOS

ANEXO A



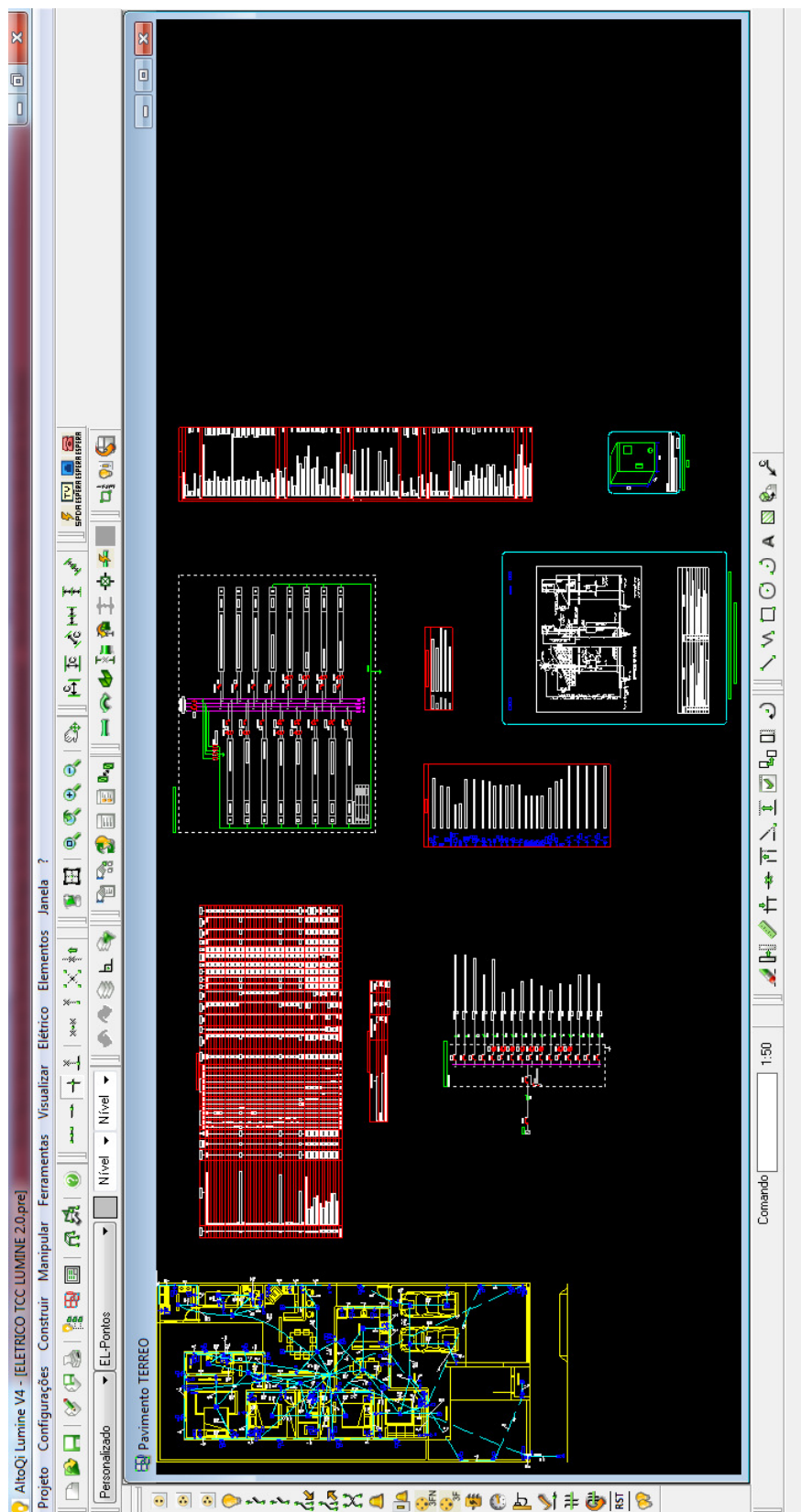
Visão 3D gerada pelo software

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

ANEXO E Imagens da interface do software



Tela de trabalho do software

AltoQi Lumine V4 - [ELETRICO TCC LUMINE 2.0.pre]

Projeto - Configurações - Construir - Manipular - Ferramentas - Visualizar - Elétrico - Elementos - Janela - ?

Personalizado -> EL-Pontos -> Nível -> Nível

Pavimento TERREO

Gerenciador

TERREO

- Projeto elétrico
- <Indefinido>
- QD1
 - 1 - Iluminação Jantar, Cozinha, Estar, Garagem, Guarita
 - 2 - Iluminação Dormitórios 01, 02, Suite, A.C., Arandelas
 - 3 - Iluminação Esp. Gourmet, Lav., Desp., Lavanderia
 - 4 - Tomadas Estar, Jantar, Garagem
 - 5 - Tomadas Dormitórios 01, 02, Banho Social, A.C.
 - 6 - Tomadas Suite
 - 7 - Tomadas Cozinha
 - 8 - Tomadas Espaço Gourmet
 - 9 - Tomadas Despensa, Lavabo
 - 10 - Tomadas Lavanderia
 - 11 - Motor do Portão
 - 12 - Chuveiro Banho Social
 - 13 - Chuveiro Banho Suite
 - 14 - AR Condicionado Dormitório 01
 - 15 - AR Condicionado Dormitório 02
 - 16 - AR Condicionado Suite

Quadro de distribuição

Nome: QD1
 Posição: Média
 Elevação: 130 cm

Aplicação: Distribuição

OK Cancelar Desenhos... Circuito... Proteção... Ajuda

Peça associada: Quadro distib. plástico - embutir - Bar. tit. - DIN (Ref. Hager) - Cap. 36 disj. unip. - In-Pente 63A

Disjuntores

1	+
2	+
3	+
4	+

Componentes adicionais

Peça

Circuito

Nome: QD1
 Descrição: Quadro de Distribuição
 Tipo: DM1
 Esquema: 3F+N
 Tensão: 220 / 127 V
 Fases: R+S+T
 Método de instalação: BT
 Grupo: Cabo Unipolar (cobre)
 Família: isolHEPR - enrch.EVA - 0.67/1kV (ref. Pirelli At)
 Seção: 10
 Manter seção fixa
 Fixar seção do retorno em
 Não colocar a tração automática

Proteção

Grupo: Dispositivo de Proteção
 Subgrupo: Disjuntor tripolar termomagnético - DIN
 Peça: 63 A
 Manter fixo

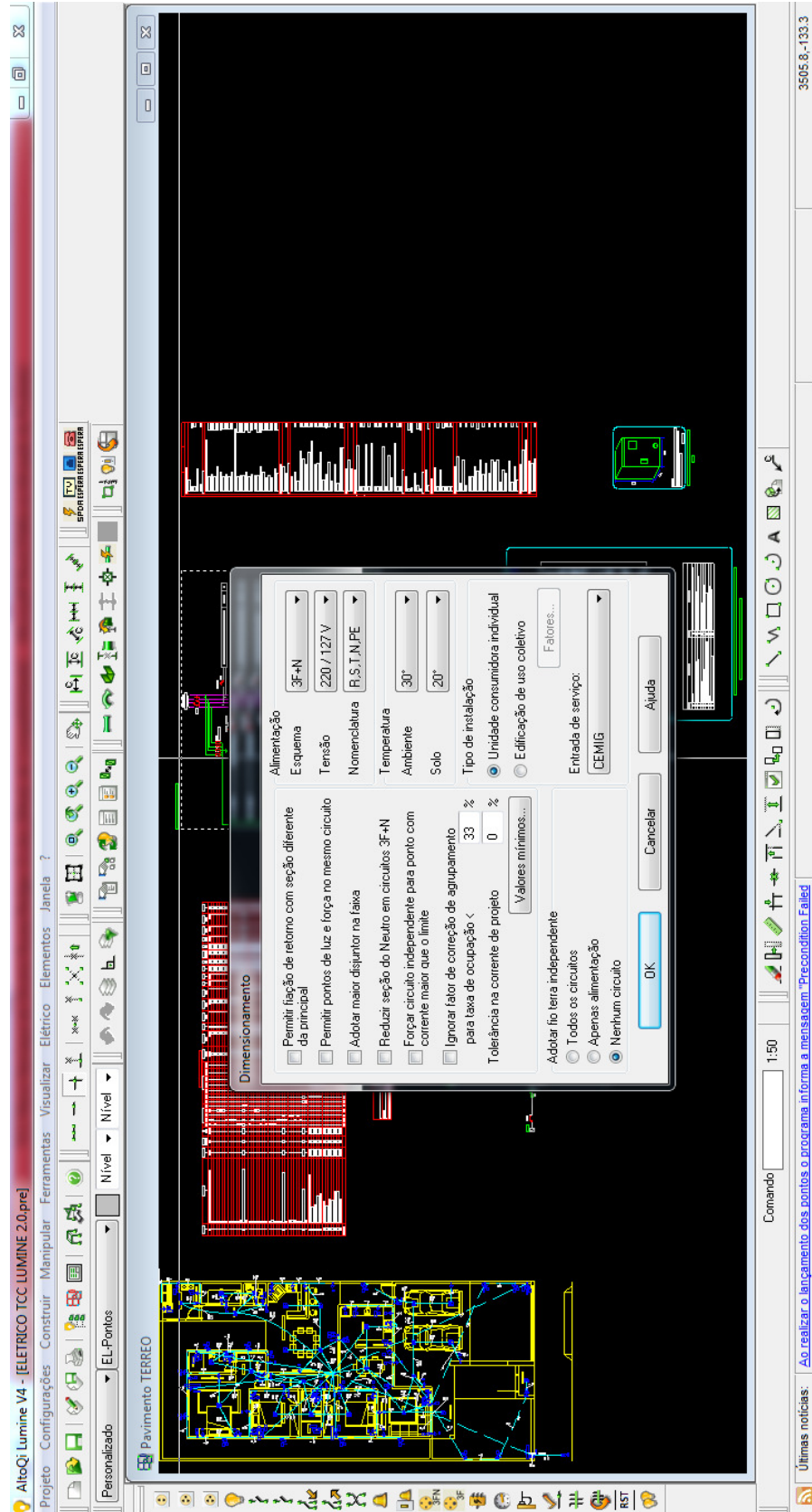
OK Cancelar Dimensional... Ajuda

Comando: 1:50

Últimas notícias: [Ao realizar o lançamento dos pontos o programa informa a mensagem 'Precondition Failed'](#)

5891.0.-1392.6

Dimensionamento do quadro de distribuição e circuitos



Definição dos parâmetros para dimensionamento