

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

Curso de Engenharia Elétrica

CAROLINA D. N. DE ANDRADE FRANÇOSO

**PROJETO ELÉTRICO PREDIAL:
DESENVOLVIMENTO E COMPARAÇÃO COM
FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS**

Itatiba

2011

CAROLINA D. N. DE ANDRADE FRANÇOSO – R.A. 002200600212

**PROJETO ELÉTRICO PREDIAL:
DESENVOLVIMENTO E COMPARAÇÃO COM
FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Profª Débora Meyhofer
Ferreira

Itatiba
2011

CAROLINA D. N. DE ANDRADE FRANÇOSO – R.A. 002200600212

**PROJETO ELÉTRICO PREDIAL:
DESENVOLVIMENTO E COMPARAÇÃO COM
FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS**

Monografia aprovada no Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data de Aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Profa. Débora Meyhofer Ferreira (Orientadora)
Universidade São Francisco

Prof. Renato Franco de Camargo (Examinador)
Universidade São Francisco

(Examinador)

A minha mãe e a meu pai,
por seus exemplos
de caráter e dedicação.
A meu esposo Fabiano,
por seu companheirismo,
e finalmente, a meu filho Luigi,
meu eterno companheiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Antonio R. Andrade e minha mãe Marcia C. D. N. Andrade, que me proporcionaram todas as oportunidades que tive em minha vida através de seus sacrifício, que sempre lutaram para eu poder estudar, ter uma vida digna e me incentivaram.

Agradeço a minha família em geral, que sempre me deu o suporte que precisava, principalmente ao meu esposo e filho pela paciência e ausência nas horas de estudo e pelos incentivos. Aos meus amigos João Carlos Cecato, Lauri Filipe de Faria, Edson de Jesus Lopes, Tiago Pereira Barbosa e Tiago de Moraes Barbosa, Mariana Cardoso Franco, Bruno Molinari Galasso, Marcelo Luís Leme e Rafael Roberto Prado que me acompanharam durante minha graduação no curso de Engenharia Elétrica e durante grupos de estudos.

Agradeço muito a todos os professores da Universidade São Francisco que contribuíram para minha formação, um agradecimento especial à professora Débora Meyhofer Ferreira, minha orientadora neste TCC e amiga e finalmente ao coordenador do curso de Engenharia Elétrica Renato Franco de Camargo.

Agradeço, sobretudo, a Deus por me iluminar e me dar saúde e inteligência suficientes para me tornar uma Engenheira Eletricista.

*“Era ele que erguia casas
Onde antes só havia chão.
Como um pássaro sem asas
Ele subia com as casas
Que lhe brotavam da mão.
Mas tudo desconhecia
De sua grande missão:
Não sabia, por exemplo
Que a casa de um homem é um templo
Um templo sem religião
Como tampouco sabia
Que a casa que ele fazia
Sendo a sua liberdade
Era a sua escravidão.
...”*

*MORAES, Vinicius de. **O operário em construção***

RESUMO

Apesar de existirem casos em que não há a exigência de um projeto elétrico, como é o caso de construções abaixo de uma determinada área ou potência instalada, o projeto elétrico é um dos itens mais importantes de uma instalação elétrica, principalmente quando o critério é segurança. O desenvolvimento de um projeto elétrico está ligado a vários outros projetos, como exemplo no predial, está ligado ao projeto arquitetônico, estrutural e hidráulico, e muitas vezes a outros. Estes, também são de alguma forma, dependentes do projeto elétrico. O presente trabalho tem finalidade de apresentar uma visão prática e simplificada de instalações elétricas residenciais, bem como mostrar a necessidade da integração dessa instalação com os demais subsistemas construtivos. Para tal foram abordadas as dificuldades do desenvolvimento de um projeto elétrico, isoladamente dos projetos construtivos e os benefícios desta integração. O projeto desenvolvido é real a partir de um projeto arquitetônico e um projeto estrutural residencial. Foram elaborados projetos em métodos diferentes de trabalho, o desenvolvimento por completo com cálculos manuais e desenhos e o desenvolvimento por software específico, com geração de tabelas, resumos e listas automaticamente, a título de comparação. Estes projetos em software puderam ainda ser comparados entre si a fim de mostrar a importância do conhecimento técnico no desenvolvimento do mesmo.

Palavras-chave: projeto. elétrico. integração. memorial descritivo. software. instalação.

ABSTRACT

Although there are cases in which there is no requirement for an electrical project, as is the case of buildings under a certain area or installed power, the electrical design is one of the most important items of an electrical installation, particularly when the criterion is safety. The development of an electrical project is connected to several other projects, such as the building is connected to architectural design, structural and hydraulic and often to others. These are also somewhat dependent on the electric bill. The purpose of this paper is to present a simplified and practical overview of residential electrical installations, as well as showing the need for integration of the facility with other building subsystems. To this end, we addressed the difficulties of developing an electrical design, construction and isolation of the projects the benefits of this integration. The project is developed from areal architectural and structural design of a home. Projects were prepared in different methods of work, complete with the development of calculations and drawings and the development of specific software, generating tables, summaries and lists automatically, by way of comparison. These software projects could still be compared to show the importance of expertise in the development of it.

Keywords: project. electric. integration. descriptive history. software. installation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1- | Diagrama de Receita de Projetos..... | 16 |
| Figura 2 - | Ligação do Equipamento de Medição com Dois Fios | 19 |
| Figura 3 - | Ligação do Equipamento de Medição com Três Fios – Fase, Fase e Neutro | 19 |
| Figura 4 - | Ligação do Equipamento de Medição com Quatro Fios – Fase, Fase, Fase e Neutro | 20 |
| Figura 5 - | Circuito de Distribuição Bifásico | 20 |
| Figura 6 - | Caixa Tipo III - Medição Trifásica | 21 |
| Figura 7 - | Advertência para Quadro de Distribuição | 24 |
| Figura 8 - | Haste de Cobre ou Aço-Cobre | 26 |
| Figura 9 - | Esquemas de Aterramento..... | 28 |
| Figura 10 - | Vista Quadro de Distribuição Modelo Trifásico..... | 46 |
| Figura 11 - | Pedido de Fornecimento de Energia Elétrica | 48 |
| Figura 12 - | Relatório de Calculo Luminotécnico do Pró-Eletrica..... | 51 |
| Figura 13 - | Assistente de Projeto - Sotware Pro-Eletrica..... | 52 |
| Figura 14 - | Carga do Ar Condicionado | 54 |
| Figura 15 - | 3D Pró-Eletrica..... | 54 |
| Figura 16 - | Interface Lumine | 55 |
| Figura 17 - | Relatório de Calculo Luminotécnico do Lumine..... | 56 |
| Figura 18 - | Visualização em 3D FRONTAL no Lumine | 59 |
| Figura 19 - | Visualização em 3D LATERAL no Lumine | 59 |
| Figura 20 - | Fotos das Instalações Elétricas conforme Projeto Elétrico | 65 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabela 1 - | Tabela de Fatores de Demanda (g) para Iluminação e TUG's | 22 |
| Tabela 2 - | Tabela de Fatores de Demanda (g) para TUE's | 22 |
| Tabela 3 - | Quantidade de condutores em um eletroduto..... | 25 |
| Tabela 4 - | Alguns níveis de iluminação recomendados pela NBR 5413:1992..... | 29 |
| Tabela 5 - | Calculo de kcal/h para refrigeração de cada ambiente..... | 31 |
| Tabela 6 - | Potência Instalada de Iluminação..... | 37 |
| Tabela 7 - | Exigências para a Divisão da Instalação [NBR-5410]..... | 38 |
| Tabela 8 - | Divisão do Circuito de Iluminação | 38 |
| Tabela 9 - | Distribuição de Tomadas e Equipamentos | 39 |
| Tabela 10 - | Distribuição dos Circuitos de Tomadas e Equipamentos..... | 40 |
| Tabela 11 - | Potencia Ativa Calculada | 41 |
| Tabela 12 - | Calculo da Demanda..... | 42 |
| Tabela 13 - | Dimensionamento das Categorias de Atendimento..... | 42 |
| Tabela 14 - | Componentes do Padrão de Entrada | 43 |
| Tabela 15 - | Dimensionamento Disjuntores DR | 45 |
| Tabela 16 - | Dimensionamento dos Eletrodutos..... | 45 |
| Tabela 17 - | Lista Parcial de Material Elétrico | 47 |
| Tabela 18 - | Lista de Material de Telecom | 49 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRAVA | Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento |
| ANEEL | Agencia Nacional de Energia Elétrica |
| BT | Baixa Tensão |
| DASOL | Departamento Nacional de Aquecimento Solar |
| DPS | Dispositivo de Proteção contra Surtos |
| DR | Diferencial Residual |
| DR | Disjuntor Diferencial Residual |
| DTM | Disjuntor Termomagnético |
| EBB | Empresa Elétrica Bragantina |
| FP | Fator de Pôtença |
| LED | Light Emitting Diode (diodo emissor de luz) |
| NBR | Normas Técnicas Brasileiras |
| QD | Quadro de Distribuição |
| QGBT | Quadro Geral de Baixa Tensão |
| QL | Quadro de Luz |
| QM | Quadro Medidor |
| SPDA | Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas |
| TCC | Trabalho de Conclusão de Curso |
| TUE | Tomada de Uso Específico |
| TUG | Tomada de Uso Geral |
| USF | Universidade São Francisco |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|--------------------------------------|----|
| (1) Equação do Fator de Demanda..... | 21 |
| (2) Equação de Demanda..... | 23 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 | <i>Linhas Gerais de Projeto de Instalação Elétrica</i> | 16 |
| 1.2. | <i>Descrição Geral do Desenvolvimento do Trabalho.....</i> | 16 |
| 2 | CONCEITOS BÁSICOS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS | 18 |
| 2.1 | <i>Instalações Elétricas Residenciais</i> | 18 |
| 2.2 | <i>Fornecimento de Energia Elétrica</i> | 18 |
| 2.2.1 | Ligação com Dois Fios | 19 |
| 2.2.2 | Ligação com Três Fios | 19 |
| 2.2.3 | Ligação com Quatro Fios..... | 20 |
| 2.3 | <i>Padrão de Entrada</i> | 20 |
| 2.3.1 | Quadro de Medição | 21 |
| 2.4 | <i>Potência Elétrica Instalada</i> | 21 |
| 2.4.1 | Demanda Estimada | 21 |
| 2.5 | <i>Quadro de Distribuição de Circuitos</i> | 23 |
| 2.6 | <i>Circuitos</i> | 24 |
| 2.6.1 | Potencia por Circuito | 25 |
| 2.6.2 | Distribuição dos Eletrodutos | 25 |
| 2.7 | <i>Aterramento do Sistema.....</i> | 26 |
| 2.7.1 | Esquema de Aterramento..... | 26 |
| 2.8 | <i>Luminotécnica.....</i> | 28 |
| 2.8.1 | Calculo de Iluminação..... | 29 |
| 2.8.2 | Interação da Iluminação com o Projeto Arquitetônico | 30 |
| 2.9 | <i>Controle de Temperaturas</i> | 30 |
| 2.9.1 | Aquecimento Solar | 30 |
| 2.9.2 | Aquecimento a Gás..... | 31 |
| 2.9.3 | Condicionamento de Ar | 31 |
| 2.10 | <i>Rede de Comunicação.....</i> | 32 |
| 2.11 | <i>Instalação de Para-Raios</i> | 32 |
| 2.12 | <i>Edificação Inteligente</i> | 32 |
| 2.13 | <i>Instalações Elétricas Seguras</i> | 33 |
| 3 | DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ELÉTRICO | 34 |
| 3.1 | <i>Descrição da Edificação Objeto do Projeto Elétrico.....</i> | 34 |
| 3.2 | <i>Integração dos Circuitos com o Projeto Arquitetônico</i> | 35 |
| 3.3 | <i>Projeto luminotécnico.....</i> | 36 |
| 3.3.1 | Quantificação | 36 |
| 3.3.2 | Equipamentos de Iluminação | 36 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.3.3 | Cálculo de Previsão de Cargas | 36 |
| 3.3.4 | Características do Projeto Luminotécnico | 37 |
| 3.3.5 | Divisão de Circuitos de Iluminação | 38 |
| 3.4 | <i>Distribuição de Tomadas e Equipamentos</i> | 39 |
| 3.5 | <i>Potência Total da Instalação</i> | 41 |
| 3.6 | <i>Demanda da Instalação</i> | 41 |
| 3.7 | <i>Tipo de Ligação de Entrada</i> | 42 |
| 3.8 | <i>Dimensionamentos</i> | 44 |
| 3.8.1 | Dimensionamento do Disjuntor Aplicado no Quadro Medidor | 44 |
| 3.8.2 | Dimensionamento dos Condutores e Disjuntores dos Circuitos | 44 |
| 3.8.3 | Dimensionamento dos Dispositivos DR | 44 |
| 3.8.4 | Dimensionamento de Eletrodutos..... | 45 |
| 3.9 | <i>Planta Baixa das Instalações Elétricas</i> | 46 |
| 3.9.1 | Vista dos Quadros..... | 46 |
| 3.9.2 | Lista de Material | 47 |
| 3.10 | <i>Pedido de Fornecimento de Energia Elétrica</i> | 48 |
| 3.11 | <i>Projeto Telefônico e de Dados</i> | 48 |
| 3.11.1 | Características do Projeto Telefônico e de Dados | 49 |
| 3.11.2 | Planta Baixa das Instalações Telefônica e de Dados..... | 49 |
| 3.11.3 | Lista de Material | 49 |
| 4. | DESENVOLVIMENTO DE PROJETO ELÉTRICO EM SOFTWARE | 50 |
| 4.1 | <i>Software Pró-Elétrica</i> | 50 |
| 4.1.1 | Integração com Projeto Arquitetônico | 50 |
| 4.1.2 | Luminotécnica..... | 50 |
| 4.1.3 | Interruptores e tomadas..... | 52 |
| 4.1.4 | Quadros e Circuitos..... | 52 |
| 4.1.5 | Condutores e Fiação | 52 |
| 4.1.6 | Carga do Ar Condicionado | 53 |
| 4.1.7 | Gerar 3D do Projeto..... | 54 |
| 4.1.8 | Lista de Material | 54 |
| 4.1.9 | Projeto Elétrico Desenvolvido no Pró-Elétrica..... | 55 |
| 4.2 | <i>Software Lumine</i> | 55 |
| 4.2.1 | Luminotécnica..... | 56 |
| 4.2.2 | Interruptores e tomadas..... | 57 |
| 4.2.3 | Quadros e Circuitos..... | 57 |
| 4.2.4 | Verificações..... | 57 |
| 4.2.5 | Condutores e Fiação | 57 |
| 4.2.6 | Dimensionamento | 58 |
| 4.2.7 | Legendas e Diagramas | 58 |
| 4.2.8 | Gerar 3D do Projeto..... | 59 |
| 4.2.9 | Lista de Material | 60 |
| 4.2.10 | Projeto Elétrico Desenvolvido no Lumine..... | 60 |
| 5 | RESULTADOS | 61 |
| 5.1 | <i>Comparativo entre Métodos de Desenvolvimento</i> | 61 |
| 5.1.1 | Prazo | 61 |
| 5.1.2 | Documentos..... | 61 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 5.1.3 | Ilustrações e Detalhes..... | 62 |
| 5.1.4 | Conclusão do Comparativo..... | 62 |
| 5.2 | <i>Comparativo dos Softwares</i> | 63 |
| 5.2.1 | Características Gerais | 63 |
| 5.2.2 | Importação/Exportação de Dados..... | 63 |
| 5.2.3 | Interface e Manipulação de Dados..... | 63 |
| 5.2.4 | Emissão de Relatórios..... | 64 |
| 5.2.5 | Conclusão do Comparativo..... | 64 |
| 5.3 | <i>Desenvolvimento das Instalações Elétricas Conforme Projeto</i> | 64 |
| 6 | CONCLUSÃO | 68 |
| | REFERÊNCIAS | 69 |
| | ANEXOS | 72 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Linhas Gerais de Projeto de Instalação Elétrica

Para dar início a um projeto é feita inicialmente a definição de suas características, bem como o tipo de instalação e suas cargas.

A partir destas informações é elaborado o projeto elétrico que pode conter: memorial descritivo (que tem por objetivo especificar detalhes para execução da instalação objeto do projeto elétrico), planta baixa, esquema unifilar, quadro de cargas, detalhamento, dimensionamento da entrada de energia, lista de material, e quaisquer informações que forem necessárias.

O desenvolvimento do projeto pode ser dividido em Fases e Etapas, como sugere SIMÕES (2008, p.07), na figura abaixo:

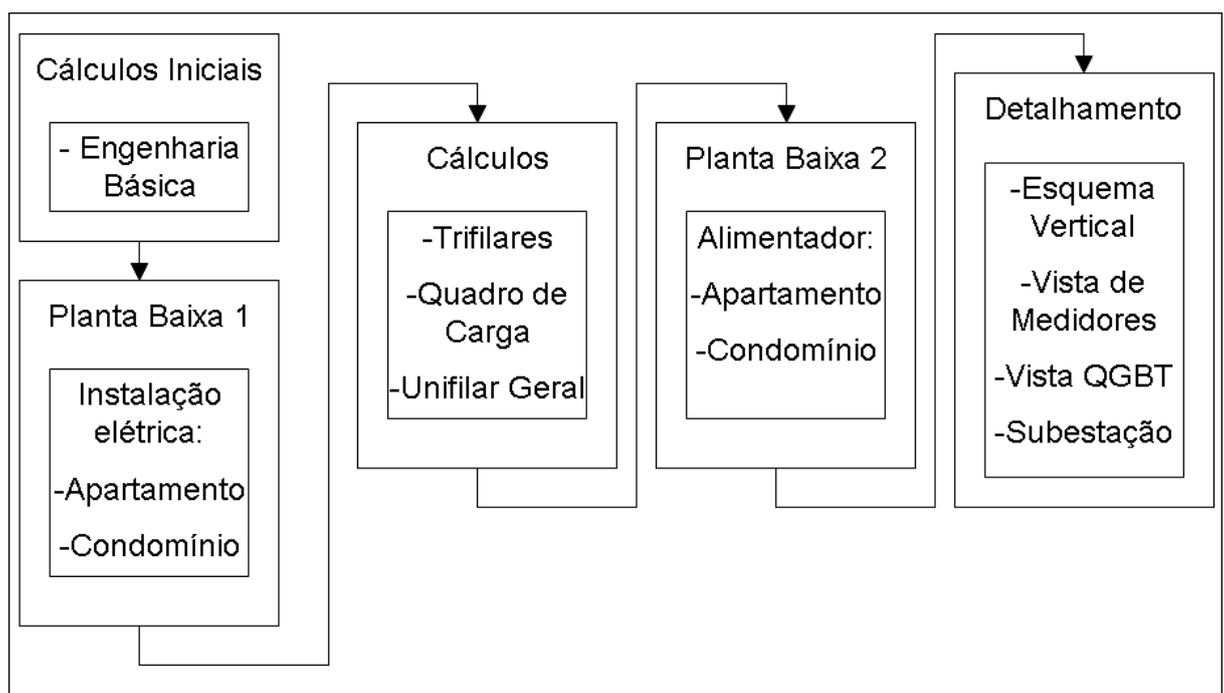


Figura 1- Diagrama de Receita de Projetos

1.2. Descrição Geral do Desenvolvimento do Trabalho

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um projeto elétrico e telefonia, integrado com o projeto civil.

Para tal, foi desenvolvido um projeto com base no projeto de arquitetura e de estrutura, incluindo planta baixa, esquema unifilar, quadro de cargas, detalhamento, dimensionamento da entrada de energia e lista de material.

Foram utilizadas as experiências na área de elétrica e construção civil e recursos de softwares. Este foi desenvolvido em três partes como segue:

A primeira parte foi desenvolvida baseada em fundamentação teórica, dados e características do projeto arquitetônico e necessidade do proprietário. Desenvolvido o memorial de cálculo e distribuição de circuitos e os detalhamentos necessários.

Na segunda parte foi desenvolvido o mesmo projeto elétrico, considerando as mesmas características, em dois softwares específicos para instalações elétricas, também com planta, diagramas, dimensionamentos e outros detalhamentos, quando necessários.

A terceira parte foi a comparação e considerações entre os três projetos desenvolvidos.

2 CONCEITOS BÁSICOS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

2.1 Instalações Elétricas Residenciais

Com o desenvolvimento da população mundial, há a necessidade de mais habitações e facilidades domésticas, o mesmo se aplica para comércio e indústrias, juntamente impõe-se a otimização na distribuição elétrica, climatização e automação. Ao se introduzirem aparelhos eletrodomésticos e esses cada vez mais sofisticados, aumenta a importância do projeto de uma instalação mais sofisticado.

Definido por CREDER (1976, f03) o projeto de instalação elétrica “é a previsão escrita de instalação, com todos os detalhes, com a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito e carga total, etc.”. Podendo este ser dividido em 4 partes, sendo elas memorial, conjuntos de plantas, especificações e orçamento.

As instalações residenciais devem respeitar as normas da concessionária de energia local, bem como as Normas Técnicas Brasileiras da ABNT.

2.2 Fornecimento de Energia Elétrica

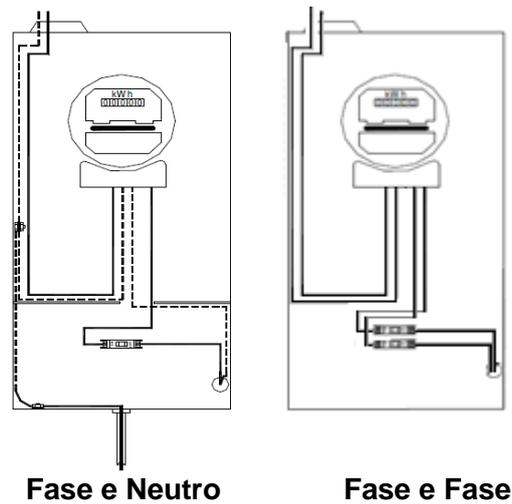
As condições gerais para fornecimento de energia elétrica são regidas pela Agência Nacional De Energia Elétrica – ANEEL através da Resolução N.º 456, de 29 de Novembro de 2000 e suas revisões, “visando aprimorar o relacionamento entre os agentes responsáveis pela prestação do serviço público de energia elétrica e os consumidores”.

As classes de tensão são mono, bi ou trifásica, e suas potências de ligação são definidas pela concessionária.

Para definição da classe de tensão a ser fornecida pela concessionaria de energia, deve ser feito o calculo da carga instalada.

2.2.1 Ligação com Dois Fios

A ligação com dois fios é feita com a fase e o neutro (monofásica), podendo atender a carga total instalada de até 10kW (para 127V). E para ligações com neutro não disponível, com carga total instalada de até 15kW, a ligação será feita a partir de dos fios fase e fase (bifásica para 220V).

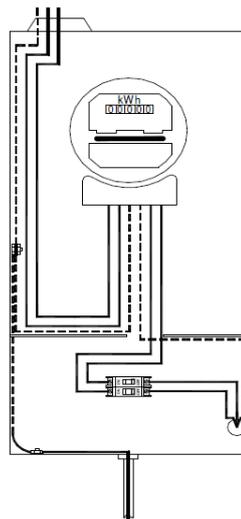


Fonte: NTD 021 v7.3 - REDE

Figura 2 - Ligação do Equipamento de Medição com Dois Fios

2.2.2 Ligação com Três Fios

A ligação a partir de três fios (fase, fase e neutro) pode atender a carga total instalada de 10kW até 15kW (para 127/220V), chamada também de Bifásica .

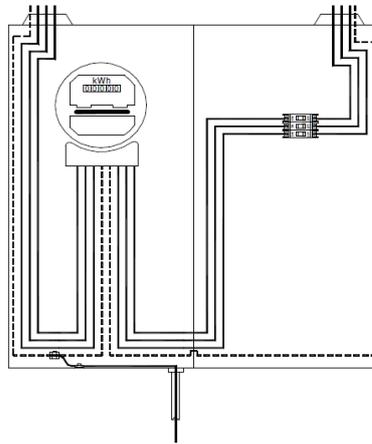


Fonte: NTD 021 v7.3 - REDE

Figura 3 - Ligação do Equipamento de Medição com Três Fios – Fase, Fase e Neutro

2.2.3 Ligação com Quatro Fios

A ligação feita a partir de quatro fios (fase, fase, fase e neutro), pode atender a carga total instalada de 15kW até 75kW (para 127/220V), e é chamada de Trifásica.



Fonte: NTD 021 v7.3 - REDE

Figura 4 - Ligação do Equipamento de Medição com Quatro Fios – Fase, Fase, Fase e Neutro

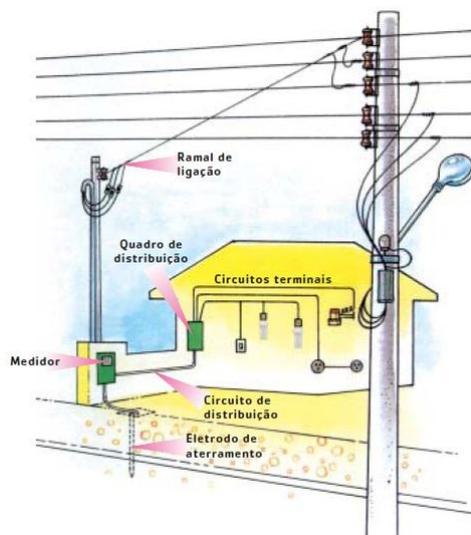
2.3 Padrão de Entrada

O padrão de entrada constitui: ramal de entrada, poste particular, caixas e quadros de medição, chave seccionadora (quando necessária), proteção e aterramento.

De acordo com as normas das concessionárias, a proteção geral da entrada de energia deve estar localizada depois da medição, através de disjuntores termomagnéticos.

É importante a sua manutenção preventiva e periódica a fim de manter o estado de conservação das caixas de medição.

O poste particular deve ser especificado em função da categoria de atendimento e dimensionado de acordo com a concessionária.

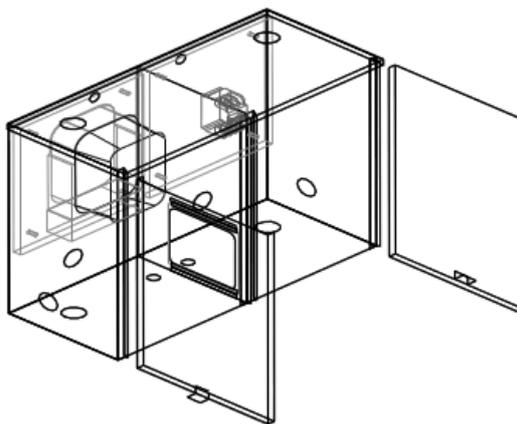


Fonte: Manual Prysmian - Instalações Elétricas Residenciais

Figura 5 - Circuito de Distribuição Bifásico

2.3.1 Quadro de Medição

Deve-se definir a melhor localização do quadro de medição, de modo a facilitar a leitura, preferencialmente voltado para o passeio público, protegido de intempéries e integrado de forma harmônica a arquitetura e atendendo as exigências da concessionária. Assim o equipamento (medidor) será instalado pela concessionária.



Fonte: NTD 021- EBB

Figura 6 - Caixa Tipo III - Medição Trifásica

2.4 Potência Elétrica Instalada

É necessário fazer a prévia análise dos equipamentos a serem instalados na edificação para o cálculo da potência elétrica a ser instalada. Esta previsão deve levar em conta o item 9.5.2 da NBR 5410:2004.

É costume utilizar valores-padrão para aparelhos elétricos, como na tabela do **ANEXO - A**.

2.4.1 Demanda Estimada

Observando o funcionamento de uma instalação elétrica residencial, comercial ou industrial, pode-se constatar que a potência elétrica consumida é variável a cada instante. Isto ocorre porque nem todas as cargas instaladas estão em funcionamento simultâneo. A potência total consumida cada instante será, portanto, em função das cargas em operação e da potência elétrica absorvida por cada uma delas a cada instante

A demanda estimada (D) é o resultado da multiplicação da soma das potências nominais pelo Fator de Demanda (g), conforme tabelas 1 e 2 e Equação (1):

$$D = g * P \quad (1)$$

Onde:

D = provável demanda = potência de alimentação (em kW)

g = fator de demanda (tabelado)

P = soma das potências nominais (de iluminação, TUGs e condicionadores de Ar).

Tabela 1 - Tabela de Fatores de Demanda (g) para Iluminação e TUG's

| Potência (W) | Fator de demanda |
|----------------|------------------|
| 0 a 1000 | 0,86 |
| 1001 a 2000 | 0,75 |
| 2001 a 3000 | 0,66 |
| 3001 a 4000 | 0,59 |
| 4001 a 5000 | 0,52 |
| 5001 a 6000 | 0,45 |
| 6001 a 7000 | 0,40 |
| 7001 a 8000 | 0,35 |
| 8001 a 9000 | 0,31 |
| 9001 a 10000 | 0,27 |
| Acima de 10000 | 0,24 |

Fonte: Manual Prysmian

Tabela 2 - Tabela de Fatores de Demanda (g) para TUE's

| nº de circuitos PTUE's | FD |
|------------------------|------|
| 01 | 1,00 |
| 02 | 1,00 |
| 03 | 0,84 |
| 04 | 0,76 |
| 05 | 0,70 |
| 06 | 0,65 |
| 07 | 0,60 |
| 08 | 0,57 |
| 09 | 0,54 |
| 10 | 0,52 |
| 11 | 0,49 |
| 12 | 0,48 |
| 13 | 0,46 |
| 14 | 0,45 |
| 15 | 0,44 |
| 16 | 0,43 |
| 17 | 0,40 |
| 18 | 0,40 |
| 19 | 0,40 |
| 20 | 0,40 |
| 21 | 0,39 |
| 22 | 0,39 |
| 23 | 0,39 |
| 24 | 0,38 |
| 25 | 0,38 |

Fonte: Manual Prysmian

A demanda total estimada será a somatória das demandas referente a cada tipo de carga, conforme equação (2) a seguir:

$$D_t = D_a + D_b + D_c + D_d + D_e \quad (2)$$

Onde:

D_t = Demanda total calculada da instalação em kW;

D_a = Demanda referente a tomadas e iluminação;

D_b = Demanda referente a equipamentos de utilização específica;

D_c = Demanda referentes a condicionadores de ar;

D_d = Demanda referente a motores elétricos e máquinas de solda;

D_e = Demanda referente a equipamentos especiais;

2.5 Quadro de Distribuição de Circuitos

O quadro de distribuição destina-se a distribuir os circuitos para cargas distintas, podendo também, conter barramento e proteção do circuito. Proteção esta que pode ser feita com fusíveis, disjuntores termomagnéticos (DTM) ou disjuntores diferenciais residuais (DR).

Este quadro também é conhecido como Quadro de Luz (QL).

Quanto a sua localização, deve ser feita em local de fácil acesso, próximo ao centro geométrico da edificação. A distância máxima até o ponto de alimentação mais distante não deve ultrapassar 35m, e quando essa condição não puder ser atendida, deve-se subdividir o quadro em dois ou mais quadros de distribuição.

Associado ao QD, estão as infraestruturas constituídas de eletrodutos verticais e horizontais e caixas de passagem que tem a finalidade de organização da distribuição dos condutores nas paredes e/ou das prumadas que mudam de direção.

Em seu artigo 6.5.9.2, a NBR5410:2004 estipula que todo quadro de distribuição, não importa se geral ou de um setor da instalação, deve ser especificado com capacidade de reserva (espaço), que permita ampliações futuras, compatível com a quantidade e tipo de circuitos efetivamente previstos anteriormente. Esta previsão de reserva deve obedecer os seguintes critérios:

- Quadros com até 6 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 2 circuitos;
- Quadros com 7 a 12 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 3 circuitos;

- Quadros com 13 a 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 4 circuitos;
- Quadros acima de 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 15% de circuitos;

Esta norma frisa a capacidade de reserva por ela indicada deverá ser considerada no cálculo do circuito de distribuição que alimenta o quadro em questão.

E ainda, segundo o item 6.5.4.10, desta mesma norma, nos quadros deve ser afixada uma advertência como se segue:

ADVERTÊNCIA

1 - Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, **NUNCA** troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem), simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).

2 - Da mesma forma, **NUNCA** desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. **A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.**

Fonte: NBR 5410:2004 item 6.5.4.10.

Figura 7 - Advertência para Quadro de Distribuição

2.6 Circuitos

Por definição de CREDER (1976, f09), “circuito é o conjunto de pontos ativos no mesmo par de condutores, ligados ao mesmo dispositivo de proteção”. Os circuitos derivam do quadro de distribuição para alimentação dos circuitos de iluminação, de tomadas, de motores e outros.

De acordo com a NBR 5410:2004 devem ser instalados circuitos de iluminação separados de circuitos de tomadas de uso geral, bem como a previsão de circuitos exclusivos para tomadas de uso específico.

2.6.1 Potência por Circuito

Os equipamentos elétricos podem ser alimentados diretamente, através de tomadas de uso específico (TUEs) ou através de tomadas de uso geral (TUGs).

A potência para cada circuito é a somatória das potências dos equipamentos alimentados por este circuito, potências estas informada pelo seu fabricante ou calculada.

A instalação dos equipamentos em cada circuitos deve obedecer o limite da potência calculada, evitando assim o superaquecimento dos condutores, variação de tensão e desarme constante dos disjuntores.

2.6.2 Distribuição dos Eletrodutos

O dimensionamento de eletrodutos possui taxa máxima de ocupação, em função dos condutores, deve-se obedecer à Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Quantidade de condutores em um eletroduto

| Seção do Condutor (mm ²) | Diâmetro (Pol) do Eletroduto / Quantidade de Condutores | | |
|--------------------------------------|---|------|----|
| | 1/2" | 3/4" | 1" |
| 1,5 | 6 | 9 | - |
| 2,5 | 4 | 9 | - |
| 4 | 3 | 9 | - |
| 6 | 3 | 7 | 9 |
| 10 | 2 | 4 | 6 |
| 16 | - | 3 | 4 |

Ainda deve-se atentar as seguintes recomendações:

- Não deve haver trechos contínuos (sem interposição de caixas ou equipamentos) retilíneos de tubulação com distância maior que 15m; em trechos com curvas essa distância deve ser reduzida a 3m para cada curva de 90° (em casos especiais, se não for possível obedecer a este critério, utilizar bitola imediatamente superior à que seria utilizada).
- As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno.
- Eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de forma a evitar sua deformação durante a concretagem .

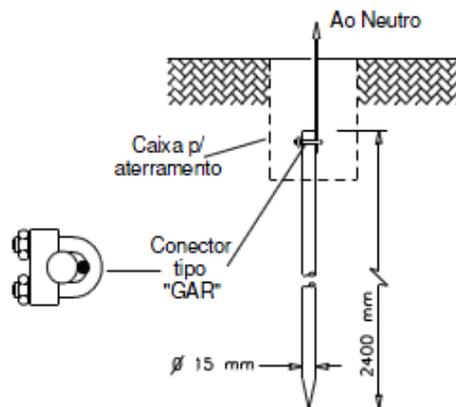
- Em juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, devendo ser mantidas as características necessárias à sua utilização; em eletrodutos metálicos a continuidade elétrica deve ser sempre mantida.

2.7 Aterramento do Sistema

O aterramento pode ser dividido em dois tipos: funcional e proteção.

O aterramento funcional é destinado a garantir o funcionamento dos equipamentos e o aterramento de proteção é destinado à proteção contra choques elétricos e descargas elétricas por contato indireto.

Para realizar o aterramento, a fiação deverá vir do barramento equipotencial da edificação, ou simplesmente do aterramento elétrico com hastes.



Fonte: NTD 021 – EBB

Figura 8 - Haste de Cobre ou Aço-Cobre

2.7.1 Esquema de Aterramento

Conforme a norma NBR 5410:2004, existem três tipos de esquemas de aterramento. São eles:

- Esquema TN: considera três variantes, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção, TN-S, TN-C-S e TN-C.

Sua classificação é feita da seguinte maneira:

A primeira letra indica a situação da alimentação em relação à terra:

T = um ponto diretamente aterrado.

A segunda letra indica a situação das massas da instalação em relação à terra:

T = diretamente aterradas, independentemente do aterramento da alimentação;

N = ligadas no ponto de alimentação aterrado (normalmente o ponto neutro).

Outras letras (eventuais) indicam a disposição do condutor neutro e de proteção:

S = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;

C = funções de neutro e de proteção em um único condutor (condutor PEN).

Os esquemas mais utilizados em instalações residenciais são TN-C, TN-C-S e TT, apresentados a seguir:

Onde:

N - Condutor de neutro

F - Condutor de fase

R - Condutor de retorno

PE - Condutor de proteção elétrica (terra)

PEN - Condutor de neutro aterrado

- **Esquema TN-C**

Nos esquemas do tipo TN, um ponto da alimentação é diretamente aterrado, e as massas da instalação são ligadas a esse ponto através de condutores de proteção.

No esquema TN-C, as funções de neutro e de proteção são combinadas no mesmo condutor (PEN). Esse tipo de esquema também é utilizado no aterramento da rede pública.

E ainda, de acordo com o item 5.1.2.2.4.2 da norma ABNT NBR 5410, no esquema TN-C não podem ser utilizados dispositivos DR para seccionamento automático, para melhor proteção contra choques elétricos.

- **Esquema TN-C-S**

Este esquema é o mais recomendado para instalações residenciais.

No esquema TN-C-S as funções de neutro e de proteção também são combinadas em um mesmo condutor (PEN), porém este se divide em um condutor de neutro e outro de proteção (PE/ terra) no circuito onde são ligadas as massas.

- **Esquema TT**

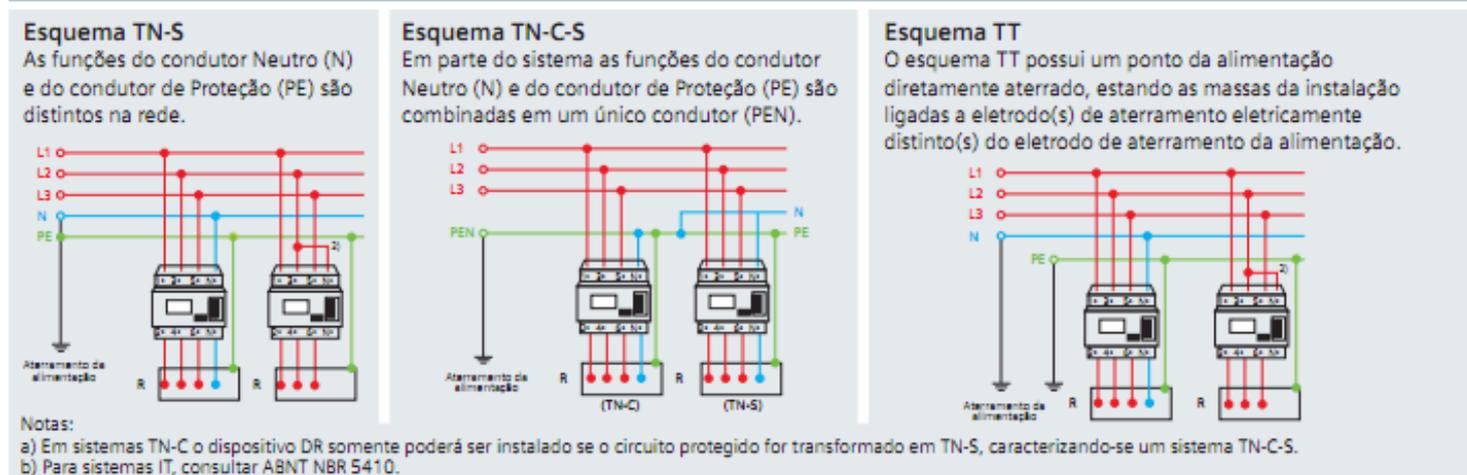
O esquema TT pode ser utilizado quando a residência for distante do quadro de distribuição, pois assim se gasta menos com fios ou cabos.

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, e as massas da instalação são ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.

E ainda, de acordo com o item 5.1.2.2.4.3 da norma ABNT NBR 5410, no esquema TT devem ser utilizados dispositivos DR no seccionamento automático, para melhor proteção contra choques elétricos.

Esquemas de aterramento padronizado (norma ABNT NBR 5410 - item 4.2.2.2)

Seguem os esquemas de ligações mais utilizados.



Fonte: Siemens – Dispositivos DR

Figura 9 - Esquemas de Aterramento

2.8 Luminotécnica

A luminotécnica tem como objetivo a definição e integração dos pontos de luz artificial e natural. Inicialmente baseada na NBR 5413:1992, sendo que esta “estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras”.

Podem-se considerar os conceitos atribuídos pelo arquiteto, juntamente com o proprietário e planta humanizada, definindo a iluminação de cada ambiente dependendo da sua função e valorizando o conforto visual e o aproveitamento da iluminação natural. A partir deste início poderá ser desenvolvido o projeto elétrico que dimensionará todos os circuitos de iluminação.

Para compor a iluminação pode ser utilizada uma enorme gama de produtos com características diferentes, pode-se listar entre elas a iluminação ambiente, direcionadora de luz, indireta e decorativa.

As premissas de um bom projeto luminotécnico, conforme NARA JR. (2009), são:

- determinar as necessidades de iluminação conforme as tarefas e limitações visuais, seguindo as normas;
- projetar os sistemas de iluminação conforme as necessidades;
- optar por lâmpadas de maior eficiência luminosa (quanto uma lâmpada gera de luz em relação ao que gasta de energia, expresso em lm/W);
- escolher luminárias eficazes;
- aplicar materiais de refletância condizentes com o recinto;

- f) integrar os sistemas de iluminação com os demais, especialmente o de climatização, o de combate a incêndio e o de sonorização;
- g) tornar flexível o acionamento da iluminação, facilitando o apagamento total ou a redução de luz em certos setores;
- h) combinar a luz artificial com a natural;
- i) estabelecer um programa de manutenção e limpeza das luminárias;
- j) em obras grandes, desenvolver um *estudo de rentabilidade*, segundo o consumo energético.

2.8.1 Cálculo de Iluminação

2.8.1.1 Nível de Iluminamento

O nível de iluminamento é a primeira etapa do projeto luminotécnico, nela é definida a iluminância necessária para o ambiente em função da tarefa visual que será desenvolvida no local. Esses níveis são valores recomendados pela NBR 5413:1992, conforme Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Alguns níveis de iluminamento recomendados pela NBR 5413:1992

| Local | Lux |
|-------------------------|-----|
| Sala de Estar | 150 |
| Locais de Leitura | 500 |
| Cozinhas | 150 |
| Quartos | 150 |
| Hall, Escada e Garagens | 100 |
| Banheiros | 150 |
| Escritórios | 300 |

2.8.1.2 Escolha de Lâmpadas

Deve-se escolher a lâmpada adequada ao ambiente e nível de iluminância necessário. Esta escolha deve levar em conta também a eficiência energética de cada modelo, podendo resultar em economia de energia e duração. Ainda pode-se citar a cor da luz, variando em tons quentes e frios, podendo alterar a cor dos objetos ou não e ainda fazer o destaque das cores e criar realces.

2.8.1.3 Cálculo da Quantidade Mínima de Lâmpadas

Pode-se fazer o cálculo da quantidade mínima de lâmpadas através de alguns métodos, sendo eles:

- Potência Mínima conforme NBR 5410:2004.

Esta descreve que: “Deve-se prever pelo menos um ponto de luz no teto, comando por interruptor de parede. As arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo, 60 cm do limite do boxe. Para área igual ou inferior a 6 m², atribuir um mínimo de 100 VA. Para área superior a 6 m², atribuir um mínimo de 100 VA, acrescido de 60VA para cada aumento de 4 m² inteiros.”

A NBR 5410:2004 não define parâmetros para iluminação de áreas externas em residências.

- Método dos Lúmens.

Utilizado no cálculo da iluminância mínima conforme NBR 5413:1992. A iluminância necessária deve ser calculada considerando a área de cada cômodo, tipo de luz, modelo de luminária, pintura das paredes, altura do teto e dos móveis e fator de manutenção.

- Método do Ponto a Ponto

Mais utilizado para cálculo de iluminação de exteriores.

2.8.2 Interação da Iluminação com o Projeto Arquitetônico

Quanto ao nível de iluminação, o campo visual pode ser dividido em ambientes: de trabalho, de circunvizinhança e geral.

A iluminação destas áreas, quando pontual, deve ser ligeiramente superior à luz ambiente. Mesmo assim, é sempre recomendável a utilização de luz regulável.

A luz natural também pode ser utilizada para compor a iluminação. Desta maneira observa-se que um projeto moderno deve oferecer também solução econômica, tanto no investimento quanto na manutenção. Com um projeto integrado de iluminação natural e artificial, é possível reduzir o consumo de energia.

2.9 Controle de Temperaturas

2.9.1 Aquecimento Solar

O uso de aquecimento solar é uma opção que pode gerar redução na conta de energia na ordem de 70%.

Segundo dados do DASOL (Departamento Nacional de Aquecimento Solar) da ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento), 66% dos sistemas de aquecimento solar instalados no país são utilizados em residências; 17% em piscinas; 9% no setor de serviços; 6% em prédios residenciais e 2% na indústria.

Segundo FARIA (2010) “além de somar menor impacto ambiental, a energia solar para o aquecimento de água pode ser uma opção sustentável e economicamente viável para os empreendimentos que exigem o consumo de água quente. Solução não só para as grandes empresas, mas também para pequenos comerciantes ou residências”.

2.9.2 Aquecimento a Gás

Alternativa de utilização do aquecedor a gás tem redução de custo aproximado de um terço em relação à energia elétrica na conta de energia.

2.9.3 Condicionamento de Ar

Deve-se avaliar a necessidade de refrigeração dos ambientes, evitando o superdimensionamento dos circuitos. O cálculo da carga térmica necessária para refrigeração de cada ambiente deve levar em conta área, pé-direito, janelas, portas, orientação solar, fluxo de pessoas e equipamentos que irradiam calor, conforme Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 - Calculo de kcal/h para refrigeração de cada ambiente

| 1) RECINTO | | | | 2) JANELAS | | | | | 3) Pessoas | | 4) Portas | | 5) Aparelhos Elétricos. | |
|----------------|---------------|-------------|----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------------|------------|--------|----------------|--------|-------------------------|--------|
| m ³ | Kcal/h | | | Kcal/hora | | | | | Quant | Kcal/h | m ² | Kcal/h | Watts Nominal | Kcal/h |
| | Entre Andares | Sob Telhado | m ² | c/ cortina | | s/ cortina | | Vidros Na Sombra | | | | | | |
| | | | | Sol manhã | Sol Tarde | Sol manhã | Sol Tarde | | | | | | | |
| 30 | 480 | 670 | 1 | 160 | 212 | 222 | 410 | 37 | 1 | 125 | 1 | 125 | 50 | 45 |
| 33 | 530 | 740 | 2 | 320 | 424 | 444 | 820 | 74 | 2 | 250 | 2 | 250 | 100 | 90 |
| 36 | 580 | 800 | 3 | 480 | 636 | 666 | 1230 | 110 | 3 | 375 | 3 | 375 | 150 | 135 |
| 39 | 620 | 870 | 4 | 640 | 848 | 888 | 1640 | 148 | 4 | 500 | 4 | 500 | 200 | 180 |
| 42 | 670 | 940 | 5 | 800 | 1060 | 1110 | 2050 | 185 | 5 | 625 | 5 | 625 | 250 | 225 |
| 45 | 720 | 1000 | 6 | 960 | 1272 | 1332 | 2460 | 222 | 6 | 750 | 6 | 750 | 300 | 270 |
| 48 | 770 | 1070 | 7 | 1120 | 1484 | 1554 | 2870 | 260 | 7 | 875 | 7 | 875 | 350 | 315 |
| 51 | 816 | 1140 | 8 | 1280 | 1696 | 1777 | 3280 | 295 | 8 | 1000 | 8 | 1000 | 400 | 360 |
| 54 | 864 | 1200 | 9 | 1440 | 1908 | 1998 | 3960 | 330 | 9 | 1125 | 9 | 1125 | 450 | 405 |
| 57 | 910 | 1270 | 10 | 1600 | 2120 | 2220 | 4100 | 370 | 10 | 1250 | 10 | 1250 | 500 | 450 |
| 60 | 960 | 1340 | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 1010 | 1410 | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 1060 | 1470 | | | | | | | | | | | | |
| 69 | 1100 | 1540 | | | | | | | | | | | | |
| 72 | 1150 | 1610 | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 1200 | 1680 | | | | | | | | | | | | |
| 78 | 1250 | 1740 | | | | | | | | | | | | |
| 81 | 1300 | 1810 | | | | | | | | | | | | |
| 84 | 1340 | 1880 | | | | | | | | | | | | |
| 87 | 1390 | 1940 | | | | | | | | | | | | |

| | |
|----------------------------------|---------------|
| RESULTADO DO LEVANTAMENTO | |
| 1) Recinto..... | kcal/h |
| 2) Janelas..... | kcal/h |
| 3) Pessoas..... | kcal/h |
| 4) Portas..... | kcal/h |
| 5) Aparelhos elétricos..... | kcal/h |
| TOTAL..... | kcal/h |

Considerando ainda que 1 Kcal = 3,92 BTU teremos assim a quantidade de BTUs necessários para cada ambiente.

Atualmente são mais usuais dois modelos de condicionadores de ar, os aparelhos de janela e os splits. A vantagem deste último é a redução do nível de ruído, pois o

compressor fica do lado de fora da edificação, além de poder atender a diversos cômodos ainda conta, em alguns modelos, com a função reversa de aquecimento.

2.10 Rede de Comunicação

A rede de comunicação tornou-se indispensável em qualquer projeto devido às ligações para computadores, internet, pontos de televisão a cabo e telefonia, etc.

A entrada e as tubulações de telefonia/dados devem ser exclusivas, ou seja, devem estar preservadas a uma distância mínima de 20 cm entre os condutores da eletricidade e os destinados a outros usos, evitando assim interferências. Além disso, os fios telefônicos devem ser tubulados.

Quanto ao poste de entrada telefônica, pode-se utilizar o mesmo poste particular previsto para entrada de energia elétrica, porém deve trazer uma tubulação de entrada que deve ser amarrada, e juntamente uma curva de 180° na ponta (tipo “bengala”).

2.11 Instalação de Para-Raios

Por definição de CREDER (1976, f145), “o objetivo principal da proteção contra raios é o estabelecimento de meios para a descarga se dirigir, pelo menor percurso possível, para a terra, sem passar junto das partes não condutoras”.

A NBR 5419 (Proteção de Estruturas contra Descargas Elétricas Atmosféricas) define o nível de proteção para uma edificação, conforme a classificação da estrutura. É indicada a necessidade ou não de haver SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas). Vale ressaltar que os para-raios protegem apenas as edificações.

2.12 Edificação Inteligente

Definido por CARVALHO JUNIOR (2010) o sistema de automação predial “consiste no gerenciamento de um edifício (iluminação, persianas motorizadas, sensores variados, etc), com segurança, conforto e flexibilidade, além de instalações “leves e limpas””.

O uso da internet como meio de comunicação e gerenciamento das centrais de automação pode ser definido por MARTINS (2008) como “a necessidade que os usuários têm de comandar os dispositivos quando estão fora de casa, ou em determinados casos, tornar operações viáveis como alarmes médicos e cuidados a pessoas incapacitadas mesmo à distância, faz com que o acesso à banda larga tenha um papel importante no mercado para garantir a recepção dos comandos”.

Importante também esclarecer a utilização da Automação Residencial, como descreve CECATO (2010) no trecho “a automação será responsável por integrar todos os sistemas automatizados e que funcionam separadamente, em um processo único, com uma

inteligência única, onde através de um controle remoto, você poderá abrir o portão, disparar o sistema de irrigação do jardim ou controlar a intensidade de luz da sala de televisão. A Automação residencial é o processo que possibilita esta integração”.

2.13 Instalações Elétricas Seguras

A contratação de um profissional para elaboração de um projeto, elétrico contribui também na economia do cliente, que terá uma previsão mais exata de quantidade e custos, evitando desperdícios. Este projeto deve passar por uma avaliação criteriosa, feita por um profissional qualificado e habilitado, com base em normas técnicas NBR-5410, da ABNT. O qual será o responsável pelos parâmetros e as condições mínimas de qualidade e desempenho que as instalações de baixa tensão devem apresentar, garantindo, assim, seu correto e seguro funcionamento.

Uma instalação elétrica é composta por vários componentes e produtos que devem ser escolhidos e exigidos certificação do fabricante. Esta instalação deverá ser feita dentro das recomendações previstas na NBR-5410. Isso vai dar segurança para os profissionais e usuários consequentemente protegendo o patrimônio.

É importante que o eletricista busque a certificação pela norma NR-10, que trata de segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Assim, a qualidade de uma instalação elétrica depende muito do serviço executado, além do uso de materiais de boa qualidade, para garantir uma instalação elétrica segura e eficiente. Materiais como fios, cabos, disjuntores, chaves, eletrodutos, entre outros, são em sua maior parte avaliados e fiscalizados pelo Instituto de Metrologia – Inmetro.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ELÉTRICO

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

- a. Definir pontos de luz e respectivos interruptores, e suas posições.
- b. Definir tomadas de energia, e suas posições.
- c. Definir o(s) quadro(s) de distribuição e circuitos.
- d. Definir caminho dos condutores e quais passarão em cada eletroduto.
- e. Definir Carga Total e Demanda.
- f. Definir Padrão de Entrada de Energia
- g. Definir sistema de proteção.
- h. Elaboração de Vista de Quadros, planta unifilar.
- i. Elaboração de Lista de Material

3.1 Descrição da Edificação Objeto do Projeto Elétrico

A edificação é uma residência em terreno urbano, em bairro residencial, com área de 1.000m², na cidade de Bragança Paulista no interior do estado de São Paulo, sendo atendida pela EBB – Empresa Elétrica Bragantina para fornecimento de energia elétrica. Imóvel assobradado com área construída total de aproximadamente 465m², composto de:

- Piso Térreo:
 - Sala de Jantar
 - Escritório
 - Lavabo
 - Sala de TV
 - Sala de Jantar
 - Cozinha
 - Despensa
 - Varanda
 - Lavanderia com banheiro
 - Garagem
 - Piscina
 - Churrasqueira
- Piso Superior
 - 4 Suítes
 - 2 Varandas

3.2 Integração dos Circuitos com o Projeto Arquitetônico

Para poder dimensionar os circuitos e suas cargas, foi verificado com o proprietário e com a arquiteta algumas características consideradas no projeto. Tais como:

- Cozinha: previsto geladeira, freezer, micro-ondas, coifa, máquina de lavar louça, adega climatizada, torneira elétrica, pequenos eletrodomésticos, iluminação pontual e para o ambiente.
- Lavanderia: previsto máquina de lavar roupa, secadora e tanquinho, ferro de passar roupa e iluminação para o ambiente. E para o banheiro: chuveiro, iluminação pontual no espelho e iluminação para o ambiente.
- Área Externa: previsto churrasqueira com tomadas para pequenos eletrodomésticos e piscina com bomba e filtro e ainda, iluminação do ambiente e para o jardim.
- Sala de Estar e Hall e Escada: previsto iluminação para o ambiente, indireta e pontual (decorativa) e ainda, tomadas para equipamentos de baixa potência.
- Sala de TV e Escritório: previsto iluminação para o ambiente, indireta e pontual (decorativa) e ainda, tomadas para equipamentos de baixa potência e Ar condicionado modelo Multi-Split de 2x12000 BTUs em conjunto.
- Suítes: previsto iluminação para o ambiente, indireta e pontual (decorativa) e ainda, tomadas para equipamentos de baixa potência e Ar condicionado modelo Multi-Split de 2x12000 BTUs em conjunto com outra suite. E para os banheiros: chuveiro, iluminação pontual no espelho e iluminação para o ambiente e tomada.
- Suíte Master: previsto iluminação para o ambiente, indireta e pontual (decorativa) e ainda, tomadas para equipamentos de baixa potência e Ar condicionado modelo Multi-Split de 2x12000 BTUs, em conjunto com outra suíte. E para o banheiro: chuveiro, hidromassagem, iluminação pontual no espelho e iluminação para o ambiente e tomada.
- Aquecimento de Água: mantido por duas fontes: ponto para chuveiro elétrico e aquecimento solar.

3.3 Projeto luminotécnico

Para o desenvolvimento do projeto luminotécnico foram considerados os parâmetros e cálculos conforme segue:

3.3.1 Quantificação

A partir dos conceitos citados anteriormente, baseado na NBR 5413: 1992 (itens 5.2.4, 5.3.14 – Garagens, 5.3.55 – Lavanderias e 5.3.65 – Residências) e na NBR 5410:2004, é feita a quantificação da luminescência e/ou potência necessária para cada ambiente para posterior definição das cargas e circuitos da edificação.

3.3.2 Equipamentos de Iluminação

- Lâmpadas:
 - ✓ Lâmpada LED dicroica
 - ✓ Lâmpada LED PAR 30
 - ✓ Lâmpada Fluorescente Eletrônica PL
- Luminárias:
 - ✓ Spot para lâmpada LED embutido no forro
 - ✓ Spot para lâmpada LED embutido no piso
 - ✓ Holofote de jardim
 - ✓ Arandela para lâmpada LED
 - ✓ Luminária para lâmpadas PL

3.3.3 Cálculo de Previsão de Cargas

O objetivo da previsão de cargas é a determinação de todos os pontos de utilização de iluminação que farão parte da instalação. Nesta etapa são definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos de iluminação para cada ambiente, obtendo-se a carga total para os mesmos.

3.3.4 Características do Projeto Luminotécnico

Na análise da iluminância necessária e mínima, para cada ambiente, foi possível concluir a quantidade de lâmpadas para iluminação ambiente baseado na emissão de lux das lâmpadas **Florescentes Eletrônicas PL**. A partir deste estudo e em função das definições do proprietário e do arquiteto quanto à iluminação decorativa e/ou pontual, acrescentou-se novos pontos de iluminação além do calculado, indicado a seguir:

Tabela 6 - Potência Instalada de Iluminação

| LOCAL | Área (m ²) | Iluminância (lux) | Fluxo Luminoso (lum) | Quantidade de Lâmpadas Florescentes Necessárias | | | Quantidade de Lâmpadas Adicionais | | | Potência de Iluminação (W) |
|---------------------|------------------------|-------------------|----------------------|---|-----------|-----------|-----------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| | | | | PL 3U 15W | PL 3U 20W | PL 3U 25W | LED dicroica 1 W | LED PAR30 1W | Cordão LED 3w/m | |
| EXTERNO | | | | | | | | | | |
| ILUMNAÇÃO JARDIM | - | - | - | - | - | - | - | 40 | - | 40 |
| TÉRREO | | | | | | | | | | |
| SALA DE ESTAR | 26,3 | 150 | 3945 | | 3 | | 8 | 2 | 45 | 115 |
| ESCRITORIO | 16 | 500 | 8000 | | | 6 | 7 | | | 107 |
| SALA DE TV | 22 | 200 | 4400 | | 4 | | 13 | | 45 | 138 |
| LAVABO | 1,5 | 150 | 225 | 1 | | | | | | 15 |
| HALL DO LAVABO | 1,5 | 100 | 150 | 1 | | | 1 | | | 16 |
| SALA DE JANTAR | 24,8 | 150 | 3720 | | 3 | | 9 | | 20 | 89 |
| COZINHA | 20,8 | 150 | 3120 | 4 | | | 3 | | | 63 |
| CORREDOR / ESCADA | 5,6 | 100 | 560 | | | 1 | 8 | | | 33 |
| VARANDA GOURMET | 30,6 | 100 | 3060 | 4 | | | 5 | | | 65 |
| LAVANDERIA | 30 | 200 | 6000 | | 5 | 4 | | | | 100 |
| BANHEIRO LAVANDERIA | 3,2 | 150 | 480 | 1 | | | 1 | | | 16 |
| DESPENSA | 3,5 | 100 | 350 | 1 | | | | | | 15 |
| GARAGEM | 86,5 | 100 | 8650 | | 9 | | 7 | | | 187 |
| SUPERIOR | | | | | | | | | | |
| SUITE 1 | 20 | 150 | 3000 | 4 | | | 4 | | | 64 |
| BANHEIRO 1 | 3,2 | 150 | 480 | 1 | | | 2 | | | 17 |
| CLOSET 1 | 4,4 | 100 | 440 | 1 | | | | | | 15 |
| SUITE 2 | 17,8 | 150 | 2670 | 3 | | | 4 | | | 49 |
| CLOSET 2 | 4,4 | 100 | 440 | 1 | | | | | | 15 |
| BANHEIRO 2 | 3,2 | 150 | 480 | 1 | | | 2 | | | 17 |
| SUITE 3 | 18,5 | 150 | 2775 | 3 | | | 4 | | | 49 |
| CLOSET 3 | 5 | 100 | 500 | 1 | | | | | | 15 |
| BANHEIRO 3 | 3,6 | 150 | 540 | 1 | | | 2 | | | 17 |
| SUITE MASTER | 24,4 | 150 | 3660 | | 3 | | 4 | | | 64 |
| CLOSET MASTER | 5 | 100 | 500 | 1 | | | | | | 15 |
| BANHEIRO MASTER | 6,5 | 150 | 975 | 1 | | | 4 | | | 19 |
| VARANDA 1 | 17 | 100 | 1700 | 2 | | | | | | 30 |
| VARANDA 2 | 13 | 100 | 1300 | 2 | | | | | | 30 |
| CORREDOR | 7,5 | 100 | 750 | 1 | | | 4 | | | 19 |

3.3.5 Divisão de Circuitos de Iluminação

Os circuitos foram concebidos de forma a serem seccionados sem risco de realimentação inadvertida por meio de outro circuito, bem como em atendimento às exigências da NBR5410, relacionadas na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Exigências para a Divisão da Instalação [NBR-5410]

| Exigências | Exemplo |
|------------------------|--|
| Segurança | Evitando que a falha em um circuito prive de alimentação toda uma área. |
| Conservação de Energia | Possibilitando que cargas de iluminação e/ou de climatização sejam acionadas na justa medida das necessidades. |
| Funcionais | Viabilizando a criação de diferentes ambientes, como os necessários em recintos de lazer, etc |
| Manutenção | Facilitando ou possibilitando ações de inspeção e de reparo. |

Com base nessas recomendações temos a seguinte distribuição:

Tabela 8- Divisão do Circuito de Iluminação

| CIRCUITO | LOCAL | Potência (W) |
|-----------------|---------------------|--------------|
| EXTERNO | | |
| 1 | ILUM JARDIM | 40 |
| TÉRREO | | |
| 1 | SALA DE ESTAR | 115 |
| | ESCRITORIO | 107 |
| | SALA DE TV | 138 |
| | LAVABO | 15 |
| | HALL DO LAVABO | 16 |
| 2 | SALA DE JANTAR | 89 |
| | COZINHA | 63 |
| | CORREDOR / ESCADA | 33 |
| | BANHEIRO LAVANDERIA | 16 |
| | VARANDA GOURMET | 65 |
| 3 | DESPENSA | 15 |
| | LAVANDERIA | 100 |
| | GARAGEM | 187 |
| SUPERIOR | | |
| 1 | SUITE 1 | 64 |
| | BANHEIRO 1 | 17 |
| | CLOSET 1 | 15 |
| | SUITE 2 | 49 |
| | CLOSET 2 | 15 |
| | BANHEIRO 2 | 17 |
| | CORREDOR | 19 |
| | VARANDA 1 | 30 |

| CIRCUITO | LOCAL | Potência (W) |
|----------|-----------------|---------------|
| | | (continuação) |
| 2 | SUITE 3 | 49 |
| | CLOSET 3 | 15 |
| | BANHEIRO 3 | 17 |
| | SUITE MASTER | 64 |
| | CLOSET MASTER | 15 |
| | BANHEIRO MASTER | 19 |
| | VARANDA 2 | 30 |
| | | 209 |

3.4 Distribuição de Tomadas e Equipamentos

A distribuição de tomadas pode ser definida baseada na NBR 5410:2004, para cada ambiente em função do perímetro.

Com a previsão de cargas são determinados todos os pontos de utilização de equipamentos que farão parte da instalação. Nesta etapa são definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos, obtendo-se a carga total.

Tabela 9 – Distribuição de Tomadas e Equipamentos

| DESCRIÇÃO | Perímetro (m) | Tensão (V) | Potencia Instalada (VA) |
|-----------------------------|---------------|------------|-------------------------|
| EXTERNO | | | |
| MOTOR PORTÃO | - | 220 | 1050 |
| TOMADAS EXTERNAS | - | 127 | 400 |
| TOMADAS EXTERNAS | - | 220 | 600 |
| TÉRREO | | | |
| A/C ESCRITORIO e SALA DE TV | - | 220 | 3000 |
| CHUVEIRO BANHEIRO | - | 220 | 4400 |
| TOMADA COZINHA | - | 220 | 1500 |
| TOMADA COZINHA | 18,5 | 127 | 2000 |
| TOMADA DESPENSA | 7,5 | 127 | 100 |
| TOMADA GARAGEM | - | 220 | 600 |
| TOMADAS BANHEIRO LAVANDERIA | - | 127 | 600 |
| TOMADAS CORREDOR / ESCADA | 10 | 127 | 100 |
| TOMADAS ESCRITORIO | 15,5 | 127 | 800 |
| TOMADAS GARAGEM | - | 127 | 200 |
| TOMADAS HALL DO LAVABO | 5 | 127 | 100 |
| TOMADAS LAVANDERIA | 27 | 127 | 2200 |
| TOMADAS SALA DE ESTAR | 20 | 127 | 600 |
| TOMADAS SALA DE JANTAR | 20,5 | 127 | 400 |
| TOMADAS SALA DE TV | 18,5 | 127 | 700 |
| TOMADAS VARANDA GOURMET | - | 127 | 200 |
| SUPERIOR | | | |
| A/C SUITES 1 e 2 | - | 220 | 3000 |
| A/C SUITES 3 e Master | - | 220 | 3000 |
| BANHEIRA MASTER | - | 220 | 1000 |
| CHUVEIRO 1 MASTER | - | 220 | 4400 |
| CHUVEIRO 2 MASTER | - | 220 | 4400 |
| CHUVEIRO SUITE 1 | - | 220 | 4400 |
| CHUVEIRO SUITE 2 | - | 220 | 4400 |

| DESCRIÇÃO | Perímetro (m) | Tensão (V) | Potencia Instalada (VA) |
|-------------------------|---------------|------------|-------------------------|
| | | | (continuação) |
| CHUVEIRO SUITE 3 | - | 220 | 4400 |
| TOMADAS BANHEIRO 1 | - | 127 | 600 |
| TOMADAS BANHEIRO 2 | - | 127 | 600 |
| TOMADAS BANHEIRO 3 | - | 127 | 600 |
| TOMADAS BANHEIRO MASTER | - | 127 | 1200 |
| TOMADAS CORREDOR | - | 127 | 100 |
| TOMADAS SUITE 1 | 24,5 | 127 | 600 |
| TOMADAS SUITE 2 | 18 | 127 | 500 |
| TOMADAS SUITE 3 | 17,5 | 127 | 500 |
| TOMADAS SUITE MASTER | 24 | 127 | 600 |
| TOMADAS VARANDA 1 | - | 127 | 300 |
| TOMADAS VARANDA 2 | - | 127 | 200 |

Os circuitos de tomadas e equipamento são divididos de forma a permitir o seu desligamento ou serem interrompidos sem prejudicar à outros e limitando sua potência instalada.

Desta forma adotamos no projeto os circuitos para tomadas e equipamento conforme Table 10, a seguir:

Tabela 10 – Distribuição dos Circuitos de Tomadas e Equipamentos

| CIRCUITO | DESCRIÇÃO | Perímetro (m) | Tensão (V) | Potencia Instalada (VA) |
|------------------|-------------------------------|---------------|--------------|-------------------------|
| EXTERNO | | | | |
| 1 | MOTOR PORTÃO | - | 220 | 1050 |
| 2 | TOMADAS EXTERNAS | - | 127 | 400 |
| 3 | TOMADAS EXTERNAS | - | 220 | 600 |
| | | | TOTAL | 2690 |
| 1 ° ANDAR | | | | |
| 1 | TOMADAS SALA DE ESTAR | 20 | 127 | 600 |
| | TOMADAS ESCRITORIO | 15,5 | 127 | 800 |
| | TOMADAS SALA DE TV | 18,5 | 127 | 700 |
| | TOMADAS HALL DO LAVABO | 5 | 127 | 100 |
| 2 | TOMADA COZINHA | - | 220 | 1500 |
| | TOMADA GARAGEM | - | 220 | 600 |
| 3 | TOMADA COZINHA | 18,5 | 127 | 2000 |
| | TOMADA DESPENSA | 7,5 | 127 | 100 |
| | TOMADAS CORREDOR / ESCADA | 10 | 127 | 100 |
| | TOMADAS VARANDA GOURMET | - | 127 | 200 |
| | TOMADAS SALA DE JANTAR | 20,5 | 127 | 400 |
| 4 | CHUVEIRO BANHEIRO | - | 220 | 4400 |
| 5 | TOMADAS LAVANDERIA | 27 | 127 | 2200 |
| 6 | TOMADAS GARAGEM | - | 127 | 200 |
| | TOMADAS BANHEIRO LAVANDERIA | - | 127 | 600 |
| 7 | A/C HOME THEATER e ESCRITÓRIO | - | 220 | 3000 |
| | | | TOTAL | 17500 |
| 2 ° ANDAR | | | | |
| 1 | CHUVEIRO SUITE 1 | - | 220 | 4400 |
| 2 | CHUVEIRO SUITE 2 | - | 220 | 4400 |
| 3 | CHUVEIRO SUITE 3 | - | 220 | 4400 |
| 4 | CHUVEIRO 1 MASTER | - | 220 | 4400 |
| 5 | CHUVEIRO 2 MASTER | - | 220 | 4400 |

| CIRCUITO | DESCRIÇÃO | Perímetro (m) | Tensão (V) | Potencia Instalada (VA) |
|---------------|-------------------------|---------------|------------|-------------------------|
| (continuação) | | | | |
| 6 | TOMADAS SUITE 1 | 24,5 | 127 | 600 |
| | TOMADAS BANHEIRO 1 | - | 127 | 600 |
| | TOMADAS SUITE 2 | 18 | 127 | 500 |
| | TOMADAS BANHEIRO 2 | - | 127 | 600 |
| | TOMADAS CORREDOR | - | 127 | 100 |
| | TOMADAS VARANDA 1 | - | 127 | 300 |
| 7 | TOMADAS SUITE 3 | 17,5 | 127 | 500 |
| | TOMADAS BANHEIRO 3 | - | 127 | 600 |
| | TOMADAS SUITE MASTER | 24 | 127 | 600 |
| | TOMADAS BANHEIRO MASTER | - | 127 | 1200 |
| | TOMADAS VARANDA 2 | - | 127 | 200 |
| 8 | BANHEIRA MASTER | - | 220 | 1000 |
| 9 | A/C SUITE 1 e 2 | - | 220 | 3000 |
| 10 | A/C SUITE 3 e MASTER | - | 220 | 3000 |
| TOTAL | | | | 34800 |

3.5 Potência Total da Instalação

A potência total da instalação, conforme os circuitos de iluminação e de tomadas e equipamentos, e como indicado anteriormente nos itens 3.3 e 3.4, está indicada no Anexo B – Tabela de Dimensionamento de Proteção e Seção dos Condutores

Também está calculada a potência ativa total desses circuitos utilizou-se FP – Fator de Potência, conforme tabela:

Tabela 11- Potencia Ativa Calculada

| | RESUMO | VA | FP | W |
|---|-------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| 1 | ILUMINAÇÃO | 1434 | 1,0 | 1434 |
| 2 | TOMADAS USO GERAL | 11700 | 0,8 | 9360 |
| 3 | AR CONDICIONADO | 9000 | 1,0 | 9000 |
| 4 | CHUVEIROS | 26400 | 1,0 | 26400 |
| 5 | OUTROS | 6250 | 1,0 | 6250 |
| | | 55384 | | 52444 |
| | | FP_{médio}= | 94,6% | |

Este valor de carga total da instalação calculado foi de **55,4 kVA**.

3.6 Demanda da Instalação

Tendo em vista que em uma residência nem todas as lâmpadas e pontos tomadas são utilizados ao mesmo tempo, calcula-se a Demanda da instalação, utilizando o Fator de Demanda. O qual representa uma porcentagem das potências previstas que serão utilizadas simultaneamente no momento de maior solicitação da instalação. Assim teremos, conforme Tabelas 1 e 2 do Capítulo 2, a seguinte distribuição de potência:

Tabela 12 – Calculo da Demanda

| Descrição | TOTAL (W) | Da (24%) | Db (52%) | Dc (27%) | Dd (59%) | Dt |
|---|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| ILUMINAÇÃO | 1,43 | 0,34 | | | | |
| TUG | 9,36 | 2,24 | | | | |
| TUE | 29,25 | | 15,21 | | | 22,22kW |
| Ar Cond. | 9,00 | | | 2,43 | | |
| Motores | 3,40 | | | | 2,00 | |
| Correção pelo Fator de Potência médio de 0,946 , obtendo-se o VALOR DE POTÊNCIA DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO | | | | | | 23,49 kVA |

3.7 Tipo de Ligação de Entrada

Com a Demanda Calculada, ficou definido que a categoria de atendimento da concessionária de energia será a **T2**, conforme tabela 13 a seguir:

Tabela 13 – Dimensionamento das Categorias de Atendimento

| TENSÃO DE FORNECIMENTO 127 / 220 V | CATEGORIA DE ATENDIMENTO | CARGA INSTALADA (KW) | DIJUNTOR (A) | CONDUTORES | | | | ELETRODUTO | | | | CAIXA DE MEDIÇÃO TIPO |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---|--------------|-------------|---------------|-----------------------|
| | | | | RAMAL | | | ATERRAMENTO COBRE NÚ (mm2) | RAMAL DE ENTRADA APARENTE EMBUTIDO OU SUBTERRANEO | | ATERRAMENTO | | |
| | | | | ÁEREO (mm2) | | EMBUTIDO OU SUBTERRANEO | | PVC | ACO OU FERRO | PVC | ACO OU FERRO | |
| | | | | COBRE (mm2) | ALUMINIO MULTI- PLEX (mm2) | | | | | | | |
| M1 | 0 < P <= 7,5 | 50 | 10 | 16 | 10 (10) | 10 | ¾ | ¾ | ½ | ½ | II | |
| M2 | 7,5 < P <= 10 | 70 | 10 | 16 | 16 (16) | 16 | ¾ | ¾ | ½ | ½ | | |
| B1 | 10 < P <= 15 | 50 | 10 | 16 | 10 (10) | 10 | 1" | 1" | ½ | ½ | | |
| T1 | 15 < P <= 21 | 60 | 10 | 16 | 16 (16) | 10 | 1 ¼ | 1 ¼ | ½ | ½ | III | |
| T2 | 21 < P <= 27 | 70 | 16 | 16 | 25 (16) | 16 | 1 ¼ | 1 ¼ | ½ | ½ | | |
| T3 | 27 < P <= 38 | 100 | 25 | 25 | 35 (25) | 16 | 1 ¼ | 1 ¼ | ½ | ½ | | |
| T4 | 38 < P <= 45 | 125 | 35 | 35 | 50 (35) | 25 | 1 ½ | 1 ½ | ½ | ½ | | |
| T5 | 45 < P <= 60 | 150 | 50 | 50 | 70 (50) | 35 | 2" | 2" | ¾ | ¾ | TC CX TIPO MT | |
| T6 | 60 < P <= 75 | 200 | 70 | 70 | 95 (70) | 35 | 3" | 3" | ¾ | ¾ | | |

Fonte: NTD021 v7.3 – EBB

Por tanto, a ligação de entrada a ser instalada será **TRIFÁSICA em B.T.** (baixa tensão) a partir do posto de transformação mais próximo do empreendimento. O imóvel será alimentado a partir de um Quadro de Distribuição / Medidor localizado junto da entrada do empreendimento, tendo assim acesso ao seu visor no muro frontal para medição.

O padrão de entrada, segundo a EBB, é composto por:

Tabela 14 – Componentes do Padrão de Entrada

**11.3.1 - RELAÇÃO DE MATERIAIS PARA PADRÃO TRIFÁSICO => Des: 03
RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO e RAMAL DE ALIMENTAÇÃO AÉREO SINGELO**

| ITENS | DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS | UNIDADE | QUANTIDADE |
|-------|--|---------|------------|
| 1 | ABRAÇADEIRA PARA PADRÃO | PÇ | 2 |
| 2 | ARRUELA LISA DE ½" | PÇ | 10 |
| 3 | ARAME GALVANIZADO 14BWG (OU) | KG | 1 |
| 4 | ARMAÇÃO TIPO PESADA 1 ESTRIBO | PÇ | 1 |
| 5 | ARMAÇÃO TIPO PESADA 4 ESTRIBO | PÇ | 1 |
| 6 | BUCHA E CONTRA BUCHA (ARRUELA) | PÇ | 4 |
| 7 | CABEÇOTE OU CURVA DE 135º | PÇ | 2 |
| 8 | CURVA "S" | PÇ | 1 |
| 9 | CURVA DE 90º OU CACHIMBO | PÇ | 1 |
| 10 | CAIXA TRIFASICA TIPO III | PÇ | 1 |
| 11 | CONECTOR FENDIDO | PÇ | 1 |
| 12 | CONECTOR DE SAIDA | PÇ | 4 |
| 13 | CONDUTOR DE COBRE (NEUTRO = Azul) | M | VARIÁVEL |
| 14 | CONDUTOR DE COBRE (FASE = Preto) | M | VARIÁVEL |
| 15 | CONDUTOR DE COBRE (TERRA = Verde) | M | VARIÁVEL |
| 16 | DISJ. TERMOMAGNÉTICO - TRIPOLAR | PÇ | 1 |
| 17 | ELETRODUTO PVC NBR 6150 | M | VARIAVEL |
| 18 | ELETRODUTO PVC NBR 6150 DE ½" (TERRA) | M | VARIAVEL |
| 19 | FITA ISOLANTE | M | 10 |
| 20 | FITA DE AÇO INOXIDÁVEL 6MM LARGURA | M | VARIÁVEL |
| 21 | HASTE TERRA COBREADA 2,40m(16mm) | PÇ | 1 |
| 22 | LUVA DE PVC | PÇ | 4 |
| 23 | MASSA DE CALAFETAR | CX | 1 |
| 24 | PARAFUSO AÇO GALVANIZADO 3/8 POR 15CM | PÇ | 3 |
| 25 | POSTE DE CIMENTO ARMADO | PÇ | 1 |
| 26 | ROLDANAS | PÇ | 5 |
| 27 | SUPORTE TIPO FIO DENTAL P/ 3 DISJUNTORES | PÇ | 1 |
| 28 | RAMAL ALIMENTADOR AEREO SINGELO | M | VARIÁVEL |

Para o correto dimensionamento dos condutores , eletrodutos e proteção (disjuntores), consultar tabela 8.2 Dimensionamento das Categorias de Atendimento. Para dimensionamento de poste, ver tabela 8.3 Dimensionamento de Postes e Pontaletes.

Fonte: NTD021 v7.3 – EBB

3.8 Dimensionamentos

3.8.1 Dimensionamento do Disjuntor Aplicado no Quadro Medidor

Para se dimensionar o disjuntor aplicado no quadro do medidor, é necessário consultar a norma de fornecimento da companhia de eletricidade local, neste caso NTD021(f22) da EBB. Conforme definido anteriormente a categoria de atendimento será T2, e assim a corrente nominal do disjuntor será de **70A** (Tabela 13).

3.8.2 Dimensionamento dos Condutores e Disjuntores dos Circuitos

Para que não ocorram superaquecimentos são dimensionadas as bitolas da fiação de cada circuito, e ainda evitando sobrecorrentes ou curto-circuitos são dimensionados os disjuntores dos mesmos.

Para tal, é necessário saber o numero de circuitos agrupados para cada circuito, bem como a corrente de cada circuito, obtendo-se assim a seção dos condutores e o valor da corrente nominal dos disjuntores.

Para dimensionamento destes equipamentos foram levadas em conta as seguintes recomendações:

- Para circuitos de iluminação e TUGs: $I_{\text{circuito}} < 70\%$ da capacidade do disjuntor que protege o circuito.
- E para circuitos de TUEs: $I_{\text{circuito}} < 80\%$ da capacidade do disjuntor que protege o circuito.

Os condutores de Iluminação foram, a pedido do cliente dimensionados com diâmetro maior do mínimo exigido em norma.

Teremos assim a Tabela de Dimensionamento de Condutores e Disjuntores dos Circuitos, no **ANEXO B**.

3.8.3 Dimensionamento dos Dispositivos DR

Os dispositivos DR (diferencial residual) fazem a proteção de pessoas contra choques elétricos que possam colocar em risco a vida das mesmas. Estes serão utilizados na chave geral de cada Quadro de Distribuição (QD).

É fundamental verificar sempre se a capacidade do disjuntor é compatível com a capacidade da fiação do circuito protegido.

Assim teremos o seguinte dimensionamento, conforme Tabela 15 a seguir:

Tabela 15 – Dimensionamento Disjuntores DR

| Quadro | Carga Total (W) | Tensão (V) | Corrente (A) | Disjuntor DR | Nº Pólos |
|----------|-----------------|------------|--------------|--------------|----------|
| EXTERNO | 1010 | 220 | 4,59 | 25 | 4 |
| TÉRREO | 6600 | 220 | 30 | 40 | 4 |
| SUPERIOR | 14720 | 220 | 66,9 | 80 | 4 |

3.8.4 Dimensionamento de Eletrodutos

Os eletrodutos têm função de proteção mecânica, proteção a ataques químicos da atmosfera, proteção contra os perigos do incêndio resultantes de superaquecimentos ou arco-voltaicos aos condutores. Estes devem ser dimensionados baseados na seção e quantidade de condutores a serem instalados nos eletrodutos, conforme Tabela 3. Devendo este ter um diâmetro em que os condutores passem livremente para serem instalados ou retirados. Para tal é obrigatório que não ocupem mais que *40% da área útil dos eletrodutos*.

Assim teremos esta informação detalhada:

Tabela 16 - Dimensionamento dos Eletrodutos

| Eletroduto | Circuitos | Condutor (mm ²) | | Diâmetro do Eletoduto (pol) |
|-----------------|-----------|-----------------------------|-------|-----------------------------|
| | | Quantidade | Seção | |
| TÉRREO | | | | |
| 1 | 5 | 3 | 2,5 | 3/4" |
| | 10 | 3 | 6,0 | |
| 2 | 1 | 2 | 2,5 | 3/4" |
| | 4 | 3 | 2,5 | |
| 3 | 2 | 2 | 2,5 | 3/4" |
| | 6 | 3 | 2,5 | |
| | 3 | 2 | 2,5 | |
| | 7 | 3 | 6,0 | |
| 4 | 8 | 3 | 4,0 | 1" |
| | 9 | 3 | 2,5 | |
| 5 | superior | 4 | 25,0 | 2" |
| SUPERIOR | | | | |
| 1 | 1 | 2 | 2,5 | 3/4" |
| | 8 | 3 | 2,5 | |
| 2 | 2 | 2 | 2,5 | 3/4" |
| | 9 | 3 | 2,5 | |
| 3 | 11 | 3 | 6,0 | 3/4" |
| | 12 | 3 | 6,0 | |
| 4 | 3 | 3 | 6,0 | 3/4" |
| | 4 | 2 | 6,0 | |
| | 5 | 3 | 6,0 | |
| | 6 | 2 | 6,0 | |
| 5 | 7 | 2 | 6,0 | 1" |
| | 10 | 2 | 4,0 | |

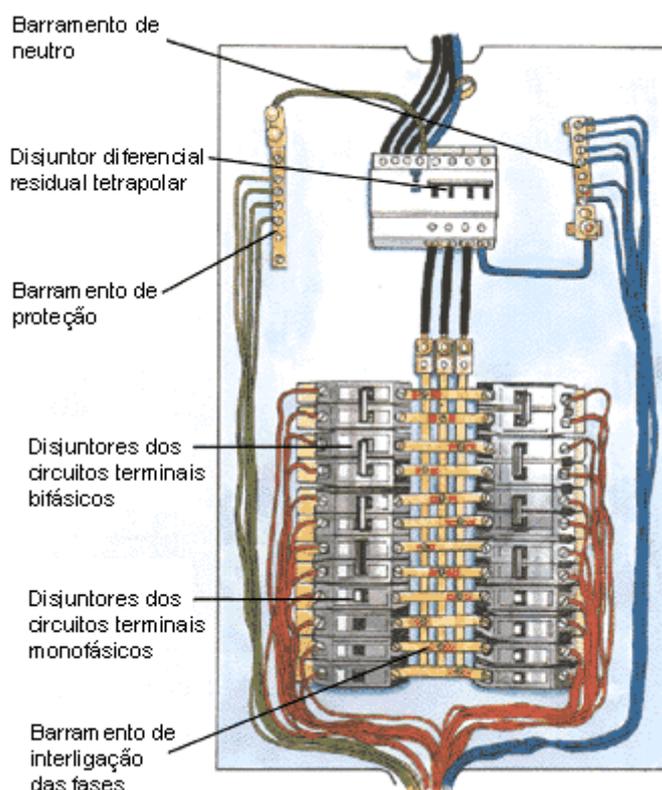
3.9 Planta Baixa das Instalações Elétricas

Segue nos **ANEXOS C e D**, a Planta Baixa das Instalações Elétricas.

Esta planta contém os pontos de iluminação, tomadas, equipamentos, distribuição dos condutores e seus circuitos e comandos e a posição dos quadros de distribuição de energia.

3.9.1 Vista dos Quadros

Para melhor entendimento da instalação elétrica apresenta-se a vista de um Quadro de Distribuição similar ao que será utilizado.



Fonte: www.energibras.com.br

Figura 10 – Vista Quadro de Distribuição Modelo Trifásico

3.9.2 Lista de Material

Para levantamento da medida de eletrodutos e condutores, foi levado em conta as medidas representadas no plano horizontal e somada a altura quando esses sobem ou desce até as caixas.

Com base no projeto, **ANEXO C**, foi elaborado a Lista de Material dos principais materiais, na Tabela 17 como segue:

Tabela 17 - Lista Parcial de Material Elétrico

| Quantidade | Unidade | Descrição |
|------------|---------|---|
| 120 | pç | Caixa de Tomada/Interruptor 4x2 |
| 6 | pç | Caixa de Tomada/Interruptor 4x4 |
| 162 | pç | Caixa Sextavada teto |
| 450 | m | Condutor 1,5mm ² |
| 1700 | m | Condutor 2,5mm ² |
| 190 | m | Condutor 4,0mm ² |
| 360 | m | Condutor 6,0mm ² |
| 45 | m | Condutor 8x 1,0mm ² (Multipar) |
| 2 | pç | Disjuntor Bipolar 15A |
| 3 | pç | Disjuntor Bipolar 20A |
| 4 | pç | Disjuntor Bipolar 25A |
| 11 | pç | Disjuntor Bipolar 30A |
| 1 | pç | Disjuntor DR 40A |
| 1 | pç | Disjuntor DR 80A |
| 9 | pç | Disjuntor Monopolar 10A |
| 3 | pç | Disjuntor Monopolar 30A |
| 1 | pç | Disjuntor Tripolar 10A |
| 4 | pç | Disjuntor Tripolar 70A |
| 24 | m | Eletroduto 1" Corrugado Preto reforçado |
| 27 | m | Eletroduto 2" Corrugado Preto reforçado |
| 360 | m | Eletroduto 3/4" Corrugado Amarelo |
| 8 | m | Eletroduto 3/4" Corrugado Preto reforçado |
| 21 | pç | Interruptor 1P |
| 34 | pç | Interruptor 2P |
| 1 | pç | Quadro com Barramento Tripolar, para 22 disjuntores |
| 1 | pç | Quadro com Barramento Tripolar, para 26 disjuntores |
| 1 | pç | Quadro com Barramento Tripolar, para 9 disjuntores |
| 79 | pç | Tomada 10A |
| 14 | pç | Tomada 20A |

3.10 Pedido de Fornecimento de Energia Elétrica

Segue abaixo, Formulário da Prefeitura de Bragança Paulista, referente ao Pedido de Fornecimento de Energia Elétrica à Rede Bragantina de Energia – EBB.

| N.º ANTIGO | | EMPRESA ELÉTRICA BRAGANTINA S/A | N.º ATUAL |
|--------------------------|--|---------------------------------|------------------|
| X | | | # 980 # |
| Lançamento: 100/KA | | Bragança Paulista, 11 de | FEVREIRO de 2011 |
| Processo: 23894-122/2010 | | Dari Angelini Jr. | FISCAL DE OBRAS |
| | | RE 11268 | FISCAL DE OBRAS |

Prefeitura do Município de Bragança Paulista
 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E MEIO AMBIENTE
 DIVISÃO DE PROJETOS E POSTURAS
 NUMERAÇÃO DE IMÓVEIS

Proprietário: WIGI DELIA NINA DE ANDRADE FRANÇOIS
 Endereço: RUA JOSÉ MATHIAS FARAH SOBRINHO
 Lote: 07 Quadra: 28 Bairro: JD. AMÉRICA III

Figura 11- Pedido de Fornecimento de Energia Elétrica

3.11 Projeto Telefônico e de Dados

Para a elaboração do projeto telefônico e dados da edificação, foram executadas as seguintes tarefas:

- a. Projeto do caminhamento dos Condutores de Entrada;
- b. Determinação da Quantidade de Blocos Terminais Necessários nas Caixas da Rede Interna;
- c. Distribuição dos condutores da rede interna;
- d. Determinação do comprimento e do diâmetro dos Condutores da Rede Interna;
- e. Elaboração da Lista de Materiais;
- f. Desenho do Projeto.

3.11.1 Características do Projeto Telefônico e de Dados

Para fazer a distribuição dos pontos de telefonia e dados foi verificado com o proprietário e com a arquiteta a necessidade de cada ambiente. Assim ficaram definidas as seguintes características:

- Escritório: 2 Pontos de Telefone e 2 Ponto de rede e 1 Ponto de TV a Cabo;
- Sala de Estar, Sala de TV, Cozinha, 4 Suítes e Banheiro Master: 1 Pontos de Telefone e 1 Ponto de rede e 1 Ponto de TV a Cabo;
- Lavanderia e Garagem: 1 Ponto de Telefone;

3.11.2 Planta Baixa das Instalações Telefônica e de Dados

A partir das características foi possível o desenvolvimento da planta de distribuição dos condutores a fim de determinar o comprimento dos mesmos e localização dos pontos.

Segue no **ANEXO E**, a planta baixa das instalações telefônicas e de dados. Esta contém os pontos de tomadas telefônicas, tomadas de rede e cabos de TV, distribuição de fiação, central telefônica.

3.11.3 Lista de Material

Para levantamento da medida de eletrodutos e condutores, foi levado em conta as medidas representadas no plano horizontal e somada a altura quando esses sobem ou desce até as caixas.

Com base no projeto de telefonia e dados, foi elaborado a Lista de Material dos principais materiais, na Tabela 18 como segue:

Tabela 18 - Lista de Material de Telecom

| Quantidade | Unidade | Descrição |
|------------|---------|----------------------------------|
| 200 | m | Condutor Telefonico 1 Par |
| 100 | m | Condutor de Rede UTP, CAT-5 |
| 100 | m | Condutor Coaxil 50Ω |
| 1 | pç | Central telefonica 2L, 10 Ramais |
| 1 | pç | Roteador |

4. DESENVOLVIMENTO DE PROJETO ELÉTRICO EM SOFTWARE

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

4.1 Software Pró-Elétrica

O PRO-Elétrica é um software para projeto de instalações elétricas com classe de fornecimento de energia mono, bi ou trifásicas, da MULTIPLUS.

Este software é particular, vendido em todo território nacional, e possui curso para sua utilização, fornecido pela própria empresa que o comercializa.

Todo o projeto é composto por objetos (componentes e fiação) ao invés de linhas e blocos como no CAD puro. Isto resulta em total integração CAD/CAE: os dados para o cálculo são lidos do projeto virtual, com grande economia de tempo. Este software trabalha no Sistema Windows e necessita do software AutoCAD.

4.1.1 Integração com Projeto Arquitetônico

Este software trabalha em compatibilidade com o AutoCad (desde o AutoCad R14 e 2000), facilitando assim o seu funcionamento para aqueles que já tem afinidade com a interface Cad, ou seja, faz a leitura direta de projetos em formato DWG e também importa arquivos em DWF.

4.1.2 Luminotécnica

O Cálculo Luminotécnico, como os outros recursos: lançamento automático de luminárias, tomadas e tubulações, dimensionamento da fiação, lançamento automático da fiação, dimensionamento dos eletrodutos, elaboração do quadro de cargas, diagramas unifilar, bifilar e trifilar, listas de materiais, e detalhamento dos padrões de entrada de várias concessionárias, garantem a alta produtividade do software.

O cálculo luminotécnico apresenta a possibilidade de calcular um ambiente utilizando apenas lâmpadas sem luminárias e também com luminárias separadas por aplicação (comercial, industrial, interiores e específica).

Este possui o texto da NBR-5413 permitindo consulta interativa dos parâmetros e casos. Gera resultados instantâneos de acordo com a modificação das opções de projeto.

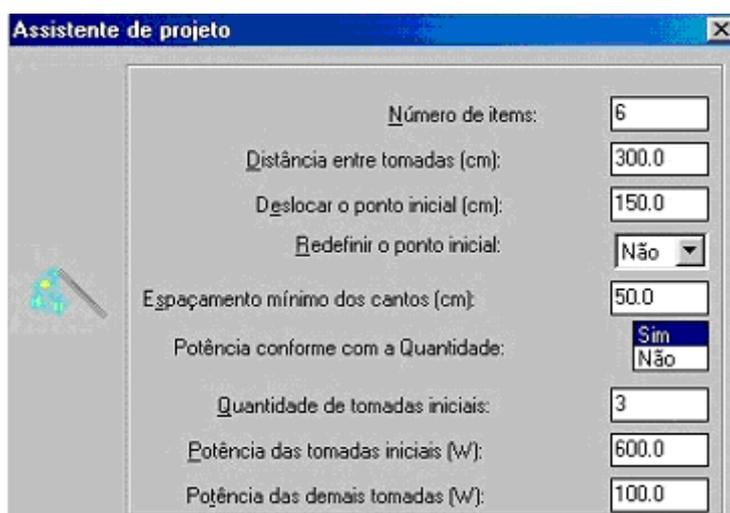
No cálculo luminotécnico, após calcular o número de luminárias necessárias o software insere automaticamente as luminárias no desenho, conforme calculado, e fornece relatório do dimensionamento, como abaixo:

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| AMBIENTE: GARAGEM | |
| Geometria: largura | = 7.95m |
| comprimento | = 9.60m |
| altura útil | = 4.60m |
| Lâmpada: (Fluores.)TLTRS40W-ELD-25 | |
| Fluxo luminoso unitário | = 2600 lumens |
| Utilização: | |
| Garagens | |
| estacionamento interno | |
| Iluminação necessária: | 150 lux |
| Fator de Área: | 1.89 |
| Fator de Utilização: | 0.71 |
| Fator de Perdas: | 0.80 |
| Comprimento . Largura . Iluminação | |
| Fluxo total = ----- | |
| | FatUtiliz . FatPer |
| | 9.60 . 7.95 . 150 |
| Fluxo total = ----- | |
| | 0.71 . 0.80 |
| Fluxo total = 20154.9 lumens | |
| | FluxoTotal |
| Número de lâmpadas = ----- | |
| | FluxoUnit |
| | 20154.9 |
| Número de lâmpadas = ----- | |
| | 2600 |
| Número de lâmpadas = 7.75 | |
| Número de lâmpadas = 8 | |

Figura 12 - Relatório de Cálculo Luminotécnico do Pró-Elétrica

4.1.3 Interruptores e tomadas

O software da Multiplus possui o recurso de “Assistente de Projeto”, que permite fazer a distribuição de tomadas em um ambiente de modo automático. Este também reconhece os pontos de consumo do projeto arquitetônico e faz a substituição deles pela simbologia do programa.



Fonte: www.multiplus.com

Figura 13 - Assistente de Projeto - Software Pro-Eletrica

4.1.4 Quadros e Circuitos

No Assistente de Projeto existe o recurso "Distribuir Circuitos" que auxilia muito na distribuição automática dos circuitos de uma Caixa de Distribuição.

Este ainda mostra a potência total de cada circuito e permite alterar o circuito apenas clicando na lista de objetos ou selecionando os objetos no desenho, visualiza no desenho os objetos selecionados na lista e permite também alterar as propriedades de potência e fator de potência dos objetos.

Permite a geração automática do Quadro de Cargas; Quadro de Distribuição Geral; Diagrama Unifilar, Bifilar e Trifilar.

4.1.5 Condutores e Fiação

O Assistente de Projeto tem a opção de inserção automática de eletrodutos, gerando eletrodutos embutidos na parede necessitando apenas indicar a face interna ou externa. Ainda transforma automaticamente linhas em eletrodutos facilitando a "importação de desenhos feitos no CAD". Para lançamento de eletrodutos em curva pode ser feita a inserção de tubulação mista: trecho reto seguido de um ou mais arcos, formando um "S" ou

a mão livre. Permite indicar automaticamente o diâmetro de vários eletrodutos ao mesmo tempo.

Também é possível inserir a fiação toda de modo automático. Este dimensionamento da fiação gera relatório resumido ou detalhado dos cálculos efetuados.

O software possui ainda a opção de dimensionamento ponto a ponto dos circuitos (circuitos longos e com vários pontos de consumo). Pode-se alterar manualmente o valor demanda calculada pelo programa para os circuitos antes de calcular a fiação evitando editar os resultados após o cálculo das bitolas.

Permite a escolha do tipo de fiação ao dimensionar os circuitos e dimensiona o Quadro Geral do projeto (edifício) completo sem necessidade de digitar nenhum dado a mais. Gera o Quadro e Diagrama Geral automaticamente considerando os dados de todo o projeto, e o detalhamento da Entrada de Força nos diagramas unifilares gerais.

4.1.6 Carga do Ar Condicionado

O software também possui o comando de cálculo da carga do ar condicionado, em que é selecionada a área do cômodo, numero de pessoas e de computadores, entre outras. Assim é fornecida a carga em BTUs, que pode ser inserida no projeto, como segue na figura abaixo:

The screenshot shows the AutoCAD 2007 interface with a 'Bloco de notas' (Notepad) window titled 'AR-CONDICIONADO - Bloco de notas'. The window contains the following text:

```

Carga do Ar Condicionado

BTU's por m2           = 600
BTU's por pessoa      = 600
BTU's por computador  = 600
Área (m2)             = 15.8
Número de Pessoas     = 2
Número de Computadores = 2

Carga do Ar Condicionado = (600 * 15.8) + (600 * 2) + (600 * 2)

Carga do Ar Condicionado = 11858.9 Btu's
  
```

The background shows a technical drawing of an electrical circuit with components labeled '20W' and '16W'. The Windows taskbar at the bottom shows the date 'quarta-feira, 16 de novembro de 2011' and the time '18:00'.

Figura 14 - Carga do Ar Condicionado

4.1.7 Gerar 3D do Projeto

O Recurso "gerar 3D do projeto" gera o desenho em 3D do projeto todo (edifício), de apenas um desenho (andar ou área) ou de parte de um desenho; possui comando para alterar facilmente o ponto de vista 3D, incluindo visualização dos componentes tais como caixas 2x4, 4x4, sextavadas, etc. Alguns detalhes do projeto elétrico em 3D do LUMINE estão no **ANEXO F**.

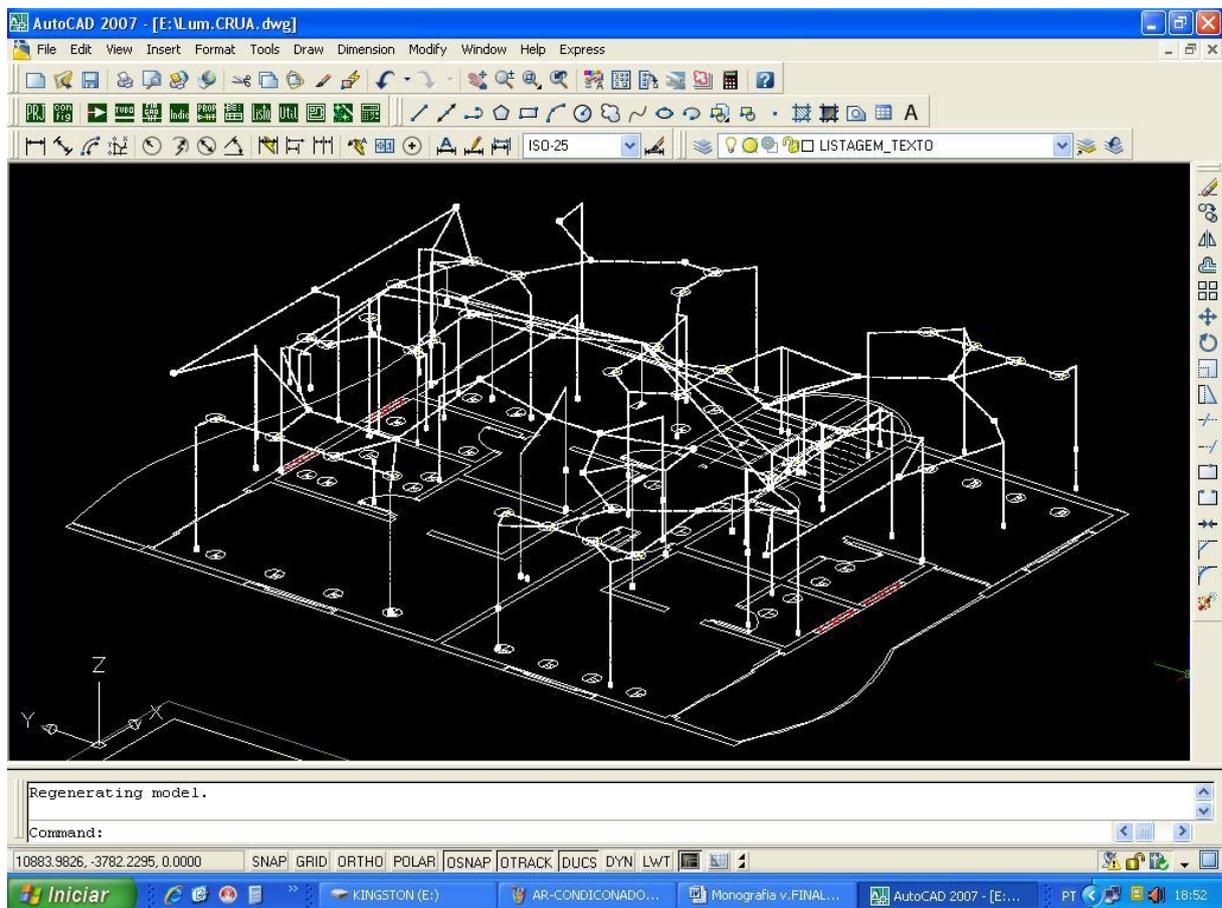


Figura 15 - 3D Pró-Eletrica

4.1.8 Lista de Material

Todas as Listas de Materiais geradas podem ser exportadas para o MS-Excel para um elaborar um orçamento ou Listas de Compras. A lista de material está exemplificada no projeto.

4.1.9 Projeto Elétrico Desenvolvido no Pró-Elétrica

Segue no **ANEXO G**, a planta baixa das instalações elétricas.

Esta contém os pontos de iluminação, de tomadas, de equipamentos, distribuição de fiação e seus circuitos e comandos e a posição dos quadros de distribuição de energia.

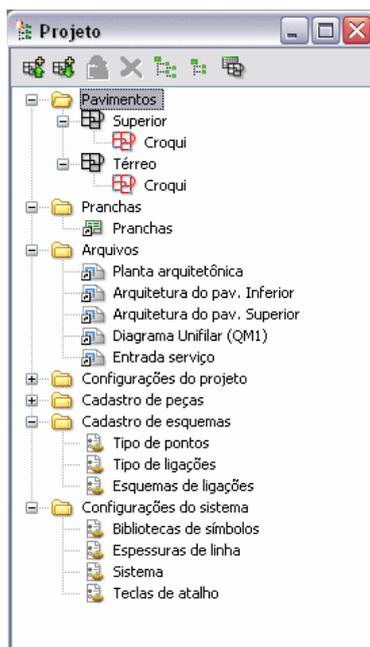
4.2 Software Lumine

O software AltoQI Lumine V4, é composto por 1 CD de instalação, dispositivo de proteção (hard lock) e um manual, este ainda possui versão para rede.

Este software é particular, comercializado em todo território nacional, e possui curso para sua utilização, fornecido pela própria empresa que o comercializa.

É um software específico para instalação elétrica e não depende de nenhum outro ambiente CAD, já que este contém uma base independente, porém trabalha com arquivos DWF para importação, ou com um programa auxiliar, o QI CAD Viewer V4, para conversão de arquivos. Após elaboração dos projetos são salvos arquivos em diferentes extensões, como .PRE (projeto), .SAV (segurança), .CAD (vinculados ao projeto). O Lumine ainda trabalha com vários tipos de janelas como, básico, croqui, detalhamentos e pranchas.

Para início de um novo projeto são definidos os pavimentos e suas cotas, feita a importação da planta arquitetônica (arquivo .DXF), e separados os arquivos de cada pavimento, podendo ser feita a conferência da correspondência dos projetos.



Fonte: AltoQI

Figura 16 - Interface Lumine

4.2.1 Luminotécnica

Para dimensionamento das lâmpadas, podemos utilizar o Método dos Lumens para definir e distribuir a quantidade de lâmpadas necessárias. Este é um processo aproximado, disponibilizado pelo programa. Para tal o programa conta com um banco de cadastro de lâmpadas. Com a utilização desta função pode-se também gerar um relatório com estes cálculos para cada ambiente, como o que segue:

| Luminária | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------|
| Grupo | Subgrupo | | Peça | | |
| Lâmpada fluorescente | Compacta reactor integrado - sobrepor | | 20 W | | |
| Fluxo luminoso (lumens) | Tipo A2.1 | |  | | |
| 1200,00 | Refletor suspenso - teto | | | | |
| Dados do local (m) | | | Índice do local | Área do recinto (m²) | Tipo de iluminação |
| Comprimento | Altura útil | | | | |
| 397,50 | 480,00 | 460,00 | 0,473 | 19,08 | Direta |
| Mantidas | | | Refletâncias | | |
| Ambiente | Período (h) | Fator | Teto | Paredes | Piso |
| Normal | 2500 | 0,91 | 50% | 50% | 30% |
| Fluxo total | | | Mantidas | | |
| Nível de iluminação (lx) | Coefficiente de utilização | Fluxo total (lúmens) | Nº de luminárias | Linhas | Colunas |
| 150,00 | 0,35 | 8985,91 | 8 | 2 | 4 |

Figura 17 – Relatório de Cálculo Luminotécnico do Lumine

4.2.2 Interruptores e tomadas

Diversos filtros auxiliam o projetista, agilizando a escolha da peça correta e permitindo a escolha de simbologias alternativas para a mesma peça.

Para dimensionamento dos interruptores são utilizado dois tipos de interruptores, Tomadas 2P e Tomadas 2P+T (também chamadas tomadas de uso específico).

4.2.3 Quadros e Circuitos

A distribuição dos pontos em circuitos elétricos é feita diretamente em planta. Nessa etapa, é necessário escolher apenas o tipo de condutor e disjuntor, ficando o dimensionamento desses elementos a cargo do programa, em uma etapa posterior.

Assim são feitas as definições de alimentação, como tensão, tipo de instalação e entrada de serviço, bem como a definição dos circuitos e quais elementos fazem parte de cada um deles, definindo ainda o esquema de ligação, fases, seção de fiação e dimensão da proteção. Da mesma maneira são inseridos os quadros de distribuição.

4.2.4 Verificações

Após o lançamento dos elementos e dos quadros, é feita uma verificação de proximidade que é capaz de unir elementos numa mesma caixa, verificação de instalações de iluminação e tomadas em um mesmo circuito, entre outras verificações.

4.2.5 Condutores e Fiação

Para a interligação dos pontos lançados, são utilizados condutores cadastrados. No lançamento de eletrodutos em curva, o desenho é automaticamente ajustado nas extremidades. Assim a lista de materiais leva em conta a diferença nas elevações das caixas ligadas ao conduto, bem como todas as curvas necessárias.

A ligação entre os pavimentos é realizada de forma simples, definindo-se um ponto de descida no pavimento superior e um ponto de conexão no pavimento imediatamente inferior.

Com base no lançamento efetuado, são inclusos, nesses eletrodutos, a fiação. A representação da fiação pode ser facilmente reposicionada, com a geração automática de uma linha de chamada.

4.2.6 Dimensionamento

Todos os elementos lançados no projeto possuem informações para dimensionamento e listagem de materiais. O Gerenciador de Peças destaca em planta onde cada tipo de peça foi usada no projeto, permite visualizar seus parâmetros de cálculo e até mesmo trocar um conjunto de peças já inseridas por uma nova alternativa, agilizando o processo de redefinição do projeto. A lista de materiais e todas as indicações em planta são atualizadas automaticamente.

Os circuitos criados podem ser igualmente modificados a qualquer momento, através do Gerenciador de Circuitos, que permite localizar em planta o traçado de um determinado circuito, editar as propriedades do mesmo e verificar seu dimensionamento.

Enquanto o projeto está sendo desenhado no Lumine, já estão sendo adicionadas as informações necessárias para cálculo. Os critérios utilizados para cálculo do projeto seguem a NBR 5410, efetuando também a determinação da demanda provável. Os resultados apresentados pelo programa podem ser conferidos e modificados pelo projetista. O programa verifica e limita a queda de tensão em todos os pontos do circuito, alterando automaticamente a seção quando possível.

O AltoQi Lumine calcula também a seção necessária para os condutos em cada trecho, pelo critério da taxa máxima de ocupação. Qualquer modificação feita na seção dos condutos ou condutores altera automaticamente a representação em planta e as listas de materiais.

4.2.7 Legendas e Diagramas

Com base no lançamento e no dimensionamento efetuado, pode-se gerar vários elementos para complementar o projeto, que são automaticamente atualizados a qualquer alteração na planta.

Como exemplo, a inserção de Legenda que reproduz uma lista de todas as simbologias utilizadas na planta. Pode-se gerar quadros de cargas, quadro de demanda e outros relatórios. Outros recursos são os Diagramas unifilar e multifilar, que representam o dimensionamento e as ligações entre os circuitos.

Após trabalhar com os diversos desenhos do projeto separadamente, pode-se agrupá-los em pranchas finais. O AltoQi Lumine distribui os desenhos no número necessário de pranchas, e este podem ser exportadas em formato DXF para qualquer programa de CAD compatível.

4.2.8 Gerar 3D do Projeto

O AltoQi Lumine permite a visualização tridimensional da tubulação, tanto do projeto completo como de um detalhe. Com isso, pode-se verificar se o lançamento foi feito corretamente e visualizar possíveis interferências entre os condutos. Alguns detalhes do projeto elétrico em 3D do LUMINE estão no **ANEXO J**.

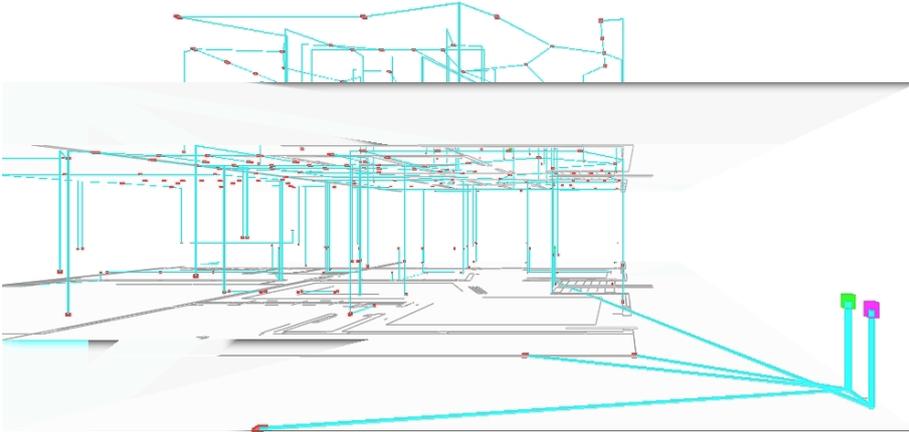


Figura 18 - Visualização em 3D FRONTAL no Lumine

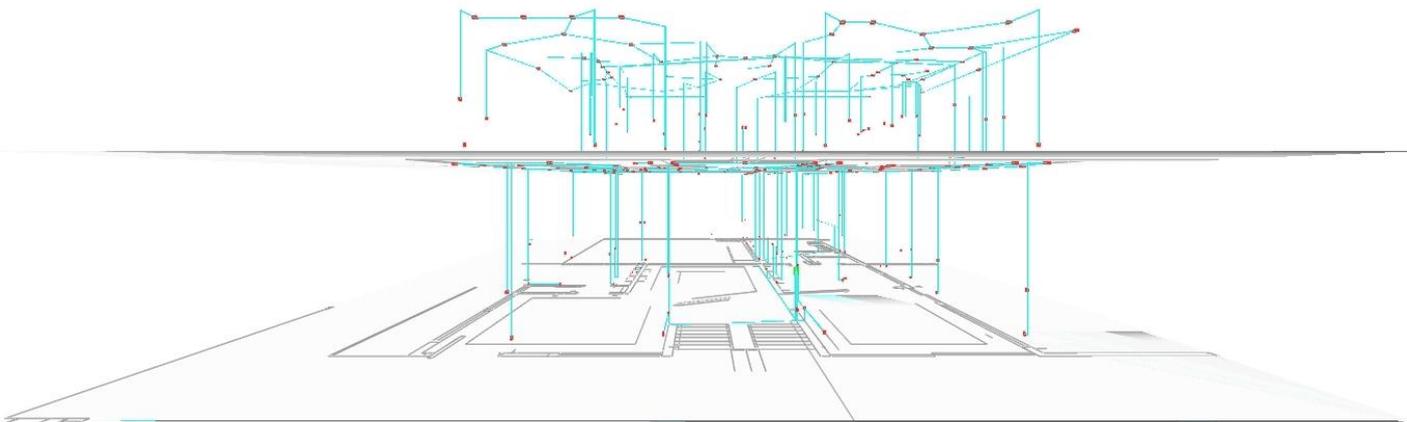


Figura 19 - Visualização em 3D LATERAL no Lumine

4.2.9 Lista de Material

Todas as Listas de Materiais geradas podem ser exportadas para o MS-Excel para um elaborar um orçamento ou Listas de Compras. Esta está exemplificada no **ANEXO H**.

4.2.10 Projeto Elétrico Desenvolvido no Lumine

Segue no **Anexo I**, a planta baixa das instalações elétricas.

Esta contém os pontos de iluminação, de tomadas, de equipamentos, distribuição de fiação e seus circuitos e comandos e a posição dos quadros de distribuição de energia.

5 RESULTADOS

5.1 Comparativo entre Métodos de Desenvolvimento

O comparativo foi feito entre o desenvolvimento de um projeto pelo método tradicional (manual), com cálculos e desenhos desenvolvidos manualmente, e o desenvolvimento do mesmo projeto através de dois softwares diferentes.

Esses dois processos que foram comparados, têm vários pontos em comum no desenvolvimento, que permitem esta que a comparação seja possível. Esses processos são idênticos quanto à sequência de atividades, as quais têm o mesmo objetivo, que é gerar o projeto elétrico.

5.1.1 Prazo

O prazo e as dimensões do projeto podem ser determinantes para escolha do processo de desenvolvimento de um projeto. Desta forma, o processo escolhido passa a reduzir o prazo, o qual levará vantagem comercial do que, eventualmente, o preço do mesmo.

O desenvolvimento pelo processo manual é dividido em fases, que são dependentes umas das outras e estas podem se repetir em ciclos, fazendo a correção dos cálculos e dimensionamentos no decorrer do projeto até a sua forma final.

Para o desenvolvimento do projeto através de software essas correções podem ser executadas a qualquer momento que os cálculos e dimensionamentos são refeitos instantaneamente, o que possibilita a redução do prazo e de trabalho.

5.1.2 Documentos

Uma das principais características do desenvolvimento do projeto pelo processo manual é o excesso de cálculos manuais e elaboração de tabelas.

Grande parte desses cálculos e tabelas não faz parte do projeto final, e também não são de conhecimento do cliente e tão pouco valorizados pelo mesmo.

Quando o mesmo projeto é desenvolvido através de software estes cálculos e tabelas não são gerados e quando necessários é possível consulta-los.

Porém, para o desenvolvimento de projetos de pequeno porte, pelo processo manual, são gerados poucos cálculos e tabelas, o que torna mais interessante que através

de software, o qual poderá exigir a inserção de muitos dados de parâmetros, tornando-se mais trabalhoso.

5.1.3 Ilustrações e Detalhes

A apresentação de ilustrações e detalhes é utilizada para melhorar a apresentação e o entendimento do projeto. Estes desenhos podem ser simples como o detalhe de um quadro de distribuição até os mais complexos equipamentos e sistemas. Os softwares de projetos elétricos costumam trazer em sua biblioteca muitas dessas ilustrações, as quais podem ser utilizadas nestes detalhes.

5.1.4 Conclusão do Comparativo

Com base nas comparações anteriores e considerando os resultados dos projetos desenvolvidos pelos dois processos, conclui-se que todos os parâmetros abordados são dependentes do conhecimento e habilidades do projetista/engenheiro, tanto quanto a projetos de instalações elétricas, quanto a utilização de ferramentas computacionais. Quanto as dimensões dos projeto, enquanto o principal foco dos softwares são os grandes projetos, onde necessitam de especificações maiores e detalhes, muitas vezes com ilustrações, no desenvolvimento tradicional (manual) o foco esta nos pequenos projetos, onde o excesso de documentos é minimizado, assim como a perda de tempo, pela baixa complexidade do projeto e necessitando do mínimo de detalhes.

5.2 Comparativo dos Softwares

Os softwares utilizados foram:

- AltoQI Lumine
- Multiplus Pró-Elétrica

5.2.1 Características Gerais

Os dois softwares utilizados possuem a mesma capacidade de desenvolvimento de projetos elétricos de baixa à alta tensão, diferenciando-se nas entradas de dados e apresentações da interface homem-máquina. Estes possibilitam ótimo rendimento, principalmente quando utilizado por profissionais habilitados, também têm a capacidade de dimensionamentos de iluminação, condutores, fiação, proteção e outros componentes.

São baseados em normas da ABNT, das concessionárias e outras quando julgadas necessárias. Possuem ainda a possibilidade de apresentar algumas destas normas.

5.2.2 Importação/Exportação de Dados

Os softwares utilizam extensões de arquivos para importação de dados diferentes, o que pode se tornar vantagem para o Pró-Elétrica por utilizar arquivos .dwg, devido a globalização e facilidade dos softwares de CAD que utilizam esta extensão. No Lumine a extensão dos arquivos de projetos é diferente, vinculando ainda mais o projeto do Lumine a sua própria interface, necessitando de exportação dos arquivos, em diferente formato, para utilização em outros softwares.

5.2.3 Interface e Manipulação de Dados

A interface do Pró-Elétrica tem vantagem na similaridade com a interface do AutoCad, enquanto o Lumine tem apenas uma interface parecida. A manipulação de linhas e/ou objetos arquitetônicos, mesmo que para pequena correção, é difícil no Lumine, que conta com poucas funções para estas tarefas e de difícil manipulação.

A inserção de objetos/blocos elétricos, já existente na biblioteca dos softwares, é fácil nos dois softwares, porém é comum também a dificuldade de criação de novos objetos/blocos pelo volume de informações e vinculações necessárias para o funcionamento como de um objeto já existente.

Ambos contam com assistentes que fazem o dimensionamento e inserção de peças, com a definição de poucos parâmetros, como lâmpadas e luminárias, conduítes e condutores, quando não há necessidade de características específicas de decoração.

5.2.4 Emissão de Relatórios

A emissão de relatórios é comum nos dois softwares, permitindo em alguns a exportação para Microsoft Excel.

5.2.5 Conclusão do Comparativo

Considerando as comparações anteriormente citadas, conclui-se que a escolha de um software de desenvolvimento de projeto elétrico, além de considerar o preço deve, que variam de R\$1.300,00 a R\$1.600,00, levar em conta a facilidade de manipulação do software, importação e exportação de arquivos, e outras características que se façam necessárias para atender o usuário.

5.3 *Desenvolvimento das Instalações Elétricas Conforme Projeto*

A instalação elétrica ainda está sendo desenvolvida, conforme projeto realizado, apenas nas etapas iniciais, devido ao desenvolvimento do projeto civil.

Foram realizadas as seguintes atividades:

- Colocação do Quadro Medidor próximo ao ponto do poste;
- Distribuição dos eletrodutos rígidos pelo chão até o local do Quadro de Distribuição do Térreo;
- Localização e abertura na alvenaria dos pontos de tomada de energia e telefone e interruptores;
- Distribuição do eletrodutos corrugados pelas paredes e piso do Térreo.

A título de ilustração seguem algumas fotos:

Figura 20 – Fotos das Instalações Elétricas conforme Projeto Elétrico







6 CONCLUSÃO

Como qualquer projeto de diversas aplicações, independente de qual metodologia se utilize o foco sempre será a qualidade final do produto e a satisfação do cliente. Para chegar a tal ponto os métodos foram ao longo de décadas sendo desenvolvidos.

O comparativo do trabalho ajuda em uma melhor escolha quanto a qual metodologia deve ser utilizada em determinados projetos, levando sempre em consideração o tipo de projeto que será desenvolvido.

Considerando o resultado dos três projetos desenvolvidos, através de métodos e softwares diferentes, somado às comparações dos resultados, concluiu-se que os dois métodos de desenvolvimento de projetos elétricos tiveram resultados iguais ao chegarem numa mesma distribuição elétrica, apesar de contarem com alguns valores diferentes e detalhamentos diferentes também. Contudo, ficou evidente a necessidade de conhecimentos técnicos e habilidade de manuseio dos softwares, no processo de desenvolvimento via software, já que estes contiveram avisos de erros e valores diferentes do projeto desenvolvido manualmente, além de não terem o rendimento de trabalho esperado. Ainda ficou evidente que o processo de desenvolvimento manual é mais apropriado para projetos de pequeno porte, por não gerar muitos cálculos e tabelas, não necessitarem de detalhes complexos, enquanto nos grandes projetos indica-se o uso de software para desenvolvimento de projeto elétrico, garantindo redução de prazo apesar do custo de investimento no mesmo.

Já na análise da utilização de dois softwares diferentes, pode-se concluir que a escolha de utilização de um software, além da análise custo, deve levar em conta a familiarização do projetista/engenheiro com a interface deste, pois as funcionalidades são similares e aparentemente, nesta primeira análise, resultam em um mesmo projeto quando utilizados os mesmos parâmetros.

Finalmente, o trabalho serve como base para que outras pesquisas e estudos possam ser realizados.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Título: Resolução n.º 456 de 29 de novembro de 2000.** Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>>
Acesso em: 10 Nov. 2011

ARAUJO, José Antonio Gomez. **Qualidade e Inovação.** SINDUSCONSP. In: 4º Seminário Tecnologia de Sistemas Prediais. 04 Jul. 2007. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/eventos/2007/4sis_prediais/jose_antonio.pdf>.
Acesso em: 23 fev. 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - **ABNT. Iluminância de interiores - NBR 5413:1992.** Rio de Janeiro: Abr. 1992 13 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Instalações Elétricas de Baixa Tensão - NBR 5410:2004.** Rio de Janeiro: 2ª Ed., Set. 2004 209 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais- NBR 5444:1988.** Rio de Janeiro: 1ª Ed., Fev. 1988 09 p.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações elétricas e o projeto de arquitetura.** 2ª ed. revista, ampliada e atualizada. São Paulo: Blucher, 2010. 221p.

CECATO, João Carlos. **Título: Casa inteligente de baixo custo.** 2010. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco, Itatiba, SP. Disponível em: <http://lyceumonline.saofrancisco.edu.br/producaoCientifica/producao_download.asp?arquivo=1903> Acesso em: 04 mar. 2011.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 13 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. - LTC, 1995. 510p.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 4 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. - LTC, 1976. 273p.

ELEKTRO / PIRELLI. **Instalações elétricas residenciais. Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre.** Jul 2003. Disponível em: <ftp://www.puc-campinas.edu.br/pub/professores/ceatec/demanboro/eletricidade/manualeletricidade2.pdf>.
Acesso em: 03 mar. 2011

Eletrobrás: Procel. **Site sobre o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/elb/procel/main.asp>> Acesso em: 03 mar. 2011.

Empresa Elétrica Bragantina S.A. - EEB. **Título: Norma Técnica de Distribuição - Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição - NDT 021.** Disponível em: <<http://www.redenergia.com/concessionarias/bragantina/residenciais/normas-tecnicas/normas-tecnicas.aspx>> Acesso em: 19 Set. 2011

FARIA, Lauri Filipe de. **Título: Automação inteligente de baixo custo em aquecedor solar de água.** 2010. 22p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco, Itatiba, SP. Disponível em: <http://lyceumonline.saofrancisco.edu.br/producaoCientifica/producao_download.asp?arquivo=1904> Acesso em: 04 mar. 2011.

FLC. **Título: Catalogo técnico do produto: Econômica Compacta Fluorescente 3U.** Disponível em: <<http://www.flc.com.br/produtos.php>> Acesso em 21 ago. 2011

FLC. **Título: Catalogo técnico do produto: Econômica Compacta Fluorescente 4U.** Disponível em: <<http://www.flc.com.br/produtos.php>> Acesso em 21 ago. 2011

FLC. **Título: Catalogo técnico do produto: Econômica Compacta Fluorescente 5U.** Disponível em: <<http://www.flc.com.br/produtos.php>> Acesso em 21 ago. 2011

FLC. **Título: Catalogo técnico do produto: LED Light Dicroica.** Disponível em: <<http://www.flc.com.br/produtos.php>> Acesso em 21 ago. 2011

GUERRINI, Delio Pereira. **Instalações Elétricas Prediais.** São Paulo: Ed. Érica, 1990. 147p.

Legrand. **Título: Guia Prático de Proteção.** Disponível em: <<http://www.legrand.com.br/br/br/liblocal/site/ps/guia.html>> Acesso em: 14 Nov. 2011.

MARTINHO, Edson. **A importância do projeto elétrico.** Disponível em: <<http://engedsonmartinho.blogspot.com/2009/03/importancia-do-projeto-eletrico.html>> Acesso em 23 fev. 2011.

MARTINS, Diogo Braggion. **Título: Automação Residencial: implantação de tarefas automatizadas residenciais.** 2008. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco. Itatiba, SP. Disponível em: <<http://lyceumonline>.

saofrancisco.edu.br/producaoCientifica/producao_download.asp?arquivo=1594> Acesso em 04 mar. 2011

NARA JR., João Carlos. **Integração da Luminotécnica no projeto de arquitetura**. Artigo postado em blog. Jul. 2009. Disponível em <http://www.narajr.net/2009/07/integracao-da-luminotecnica-no-projeto_23.html> Acesso em: 09 Mar. 2011.

PRYSMIAN. **Instalações Elétricas Residenciais: Garanta uma instalação elétrica segura. Manual sobre Instalações elétricas**. São Paulo: dez. 2010. Disponível em: <<http://www.prysmian.com.br/export/sites/prysmian-ptBR/energy/pdfs/Manualinstalacao.pdf>> Acesso em 02 mar. 2011.

Schneider Electric. **Título: Manual e Catalogo do Eletricista. Guia Prático para instalações residenciais e prediais**. Disponível em: <http://www.schneider-electric.com.br/documents/electricians/manual-residencial.pdf> Acesso em: 10 Nov. 2011

SIMÕES, Renato Bertoldi. **Título: Estudo sobre elaboração de projeto elétrico residencial predial**. 2008. 136f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008. Disponível em: <http://www2.ele.ufes.br/~projgrad/documentos/PG2008_1/renatobertoldisimoes.pdf> Acesso em 28 fev. 2011

SPOT - Serviço Philips de Orientação Técnica - Philips. **Título: Guia de Iluminação**. Disponível em: <http://www.luz.philips.com/latam/archives/Guia_Iluminacao_maio2007.pdf> Acesso em 21 Ago. 2011

Taschibra. **Produto: Corda Luminosa LED**. Disponível em: <http://www.taschibra.com.br/website/pt_br/produtos-selecionado.php?ct=82> Acesso em 21 Ago.2011

Tigre. **Título: Catalogo Técnico Predial ELETRICIDADE**. Disponível em:< http://www.tigre.com.br/_upload/catalogo_tecnico/20110411163250.pdf> Acesso em: 28 Ago. 2011

ANEXOS

ANEXO A

Tabela de valores-padrão de Potência Elétrica

| Aparelhos Elétricos | Potência Média Watts | Dias estimados Uso/Mês | Média Utilização/Dia | Consumo Médio Mensal (Kwh) |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| ABRIDOR/AFIADOR | 135 | 10 | 5 min | 0,11 |
| AFIADOR DE FACAS | 20 | 5 | 30 min | 0,05 |
| APARELHO DE SOM 3 EM 1 | 80 | 20 | 3 h | 4,8 |
| APARELHO DE SOM PEQUENO | 20 | 30 | 4 h | 2,4 |
| AQUECEDOR DE AMBIENTE | 1550 | 15 | 8 h | 186,0 |
| AQUECEDOR DE MAMADEIRA | 100 | 30 | 15 min | 0,75 |
| AR-CONDICIONADO 7.500 BTU | 1000 | 30 | 8 h | 120 |
| AR-CONDICIONADO 10.000 BTU | 1350 | 30 | 8 h | 162 |
| AR-CONDICIONADO 12.000 BTU | 1450 | 30 | 8 h | 174 |
| AR-CONDICIONADO 15.000 BTU | 2000 | 30 | 8 h | 240 |
| AR-CONDICIONADO 18.000 BTU | 2100 | 30 | 8 h | 252 |
| ASPIRADOR DE PÓ | 100 | 30 | 20 min | 10,0 |
| BARBEADOR/DEPILADOR/MASSAGEADOR | 10 | 30 | 30 min | 0,15 |
| BATEDEIRA | 120 | 8 | 30 h | 0,48 |
| BOILER 50 e 60 L | 1500 | 30 | 6 h | 270,0 |
| BOILER 100 L | 2030 | 30 | 6 h | 365,4 |
| BOILER 200 a 500 L | 3000 | 30 | 6 h | 540,0 |
| BOMBA D'ÁGUA 1/4 CV | 335 | 30 | 30 min | 5,02 |
| BOMBA D'ÁGUA 1/2 CV | 613 | 30 | 30 min | 9,20 |
| BOMBA D'ÁGUA 3/4 CV | 849 | 30 | 30 min | 12,74 |
| BOMBA D'ÁGUA 1 CV | 1051 | 30 | 30 min | 15,77 |
| BOMBA AQUÁRIO GRANDE | 10 | 30 | 24 h | 7,2 |
| BOMBA AQUÁRIO PEQUENO | 5 | 30 | 24 h | 3,6 |
| CAFETEIRA ELÉTRICA | 600 | 30 | 1 h | 18,0 |
| CHURRASQUEIRA | 3800 | 5 | 4 h | 76,0 |
| CHUVEIRO ELÉTRICO | 3500 | 30 | 40 min ** | 70,0 |
| CIRCULADOR AR GRANDE | 200 | 30 | 8 h | 48,0 |
| CIRCULADOR AR PEQUENO/MÉDIO | 90 | 30 | 8 h | 21,6 |
| COMPUTADOR/IMPRESSORA/ESTABILIZADOR | 180 | 30 | 3 h | 16,2 |
| CORTADOR DE GRAMA GRANDE | 1140 | 2 | 2 h | 4,5 |
| CORTADOR DE GRAMA PEQUENO | 500 | 2 | 2 h | 2,0 |
| ENCERADEIRA | 500 | 2 | 2 h | 2,0 |
| ESCOVA DE DENTES ELÉTRICA | 50 | 30 | 10 min | 0,2 |
| ESPREMEDOR DE FRUTAS | 65 | 20 | 10 min | 0,22 |
| EXAUSTOR FOGÃO | 170 | 30 | 4 h | 20,4 |
| EXAUSTOR PAREDE | 110 | 30 | 4 h | 13,2 |
| FACA ELÉTRICA | 220 | 5 | 10 min | 0,18 |
| FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO | 1000 | 12 | 1 h | 12,0 |
| FOGÃO COMUM | 60 | 30 | 5 min | 0,15 |
| FOGÃO ELÉTRICO 4 CHAPAS | 9120 | 30 | 4 h | 1094,4 |
| FORNO À RESISTÊNCIA GRANDE | 1500 | 30 | 1 h | 45,0 |
| FORNO À RESISTÊNCIA PEQUENO | 800 | 20 | 1 h | 16,0 |
| FORNO MICROONDAS | 1200 | 30 | 20 min | 12,0 |
| FREEZER VERTICAL/HORIZONTAL | 130 | - | - | 50 |
| FRIGOBAR | 70 | - | - | 25,0 |
| FRITADEIRA ELÉTRICA | 1000 | 15 | 30 min | 7,5 |
| GELADEIRA 1 PORTA | 90 | - | - | 30 |
| GELADEIRA 2 PORTAS | 130 | - | - | 55 |
| GRILL | 900 | 10 | 30 min | 4,5 |
| IOGURTEIRA | 26 | 10 | 30 min | 0,1 |
| LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 11W | 11 | 30 | 5 h | 1,65 |

| Aparelhos Elétricos | Potência Média Watts | Dias estimados Uso/Mês | Média Utilização/Dia | Consumo Médio Mensal (Kwh) |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
| LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 15 W | 15 | 30 | 5 h | 2,2 |
| LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 23 W | 23 | 30 | 5 h | 3,5 |
| LÂMPADA INCANDESCENTE - 40 W | 40 | 30 | 5 h | 6,0 |
| LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W | 60 | 30 | 5 h | 9,0 |
| LÂMPADA INCANDESCENTE -100 W | 100 | 30 | 5 h | 15,0 |
| LAVADORA DE LOUÇAS | 1500 | 30 | 40 min | 30,0 |
| LAVADORA DE ROUPAS | 500 | 12 | 1 h | 6,0 |
| LIQUIDIFICADOR | 300 | 15 | 15 min | 1,1 |
| MAQUINA DE COSTURA | 100 | 10 | 3 h | 3,9 |
| MÁQUINA DE FURAR | 350 | 1 | 1 h | 0,35 |
| MICROCOMPUTADOR | 120 | 30 | 3 h | 10,8 |
| MOEDOR DE CARNES | 320 | 20 | 20 min | 1,2 |
| MULTIPROCESSADOR | 420 | 20 | 1 h | 8,4 |
| NEBULIZADOR | 40 | 5 | 8 h | 1,6 |
| OZONIZADOR | 100 | 30 | 10 h | 30,0 |
| PANELA ELÉTRICA | 1100 | 20 | 2 h | 44,0 |
| PIPOQUEIRA | 1100 | 10 | 15 min | 2,75 |
| RÁDIO ELÉTRICO GRANDE | 45 | 30 | 10 h | 13,5 |
| RÁDIO ELÉTRICO PEQUENO | 10 | 30 | 10 h | 3,0 |
| RÁDIO RELÓGIO | 5 | 30 | 24 h | 3,6 |
| SAUNA | 5000 | 5 | 1 h | 25,0 |
| SECADOR DE CABELO GRANDE | 1400 | 30 | 10 min | 7,0 |
| SECADOR DE CABELOS PEQUENO | 600 | 30 | 15 h | 4,5 |
| SECADORA DE ROUPA GRANDE | 3500 | 12 | 1 h | 42,0 |
| SECADORA DE ROUPA PEQUENA | 1000 | 8 | 1 h | 8 |
| SECRETÁRIA ELETRÔNICA | 20 | 30 | 24 h | 14,4 |
| SORVETEIRA | 15 | 5 | 2 h | 0,1 |
| TORNEIRA ELÉTRICA | 3500 | 30 | 30 min | 52,5 |
| TORRADEIRA | 800 | 30 | 10 min | 4,0 |
| TV EM CORES - 14" | 60 | 30 | 5 h | 9,0 |
| TV EM CORES - 18" | 70 | 30 | 5 h | 10,5 |
| TV EM CORES - 20" | 90 | 30 | 5 h | 13,5 |
| TV EM CORES - 29" | 110 | 30 | 5 h | 16,5 |
| TV EM PRETO E BRANCO | 40 | 30 | 5 h | 6,0 |
| TV PORTÁTIL | 40 | 30 | 5 h | 6,0 |
| VENTILADOR DE TETO | 120 | 30 | 8 h | 28,8 |
| VENTILADOR PEQUENO | 65 | 30 | 8 h | 15,6 |
| VÍDEOCASSETE | 10 | 8 | 2 h | 0,16 |
| VÍDEOGAME | 15 | 15 | 4 h | 0,9 |

Fonte: Eletrobras. Disponível em:

<<http://www.eletrobras.gov.br/elb/procel/main.asp?TeamID=%7B32B00ABC-E2F7-46E6-A325-1C929B14269F%7D>> Acesso em: 03 Mar. 2011

ANEXO B

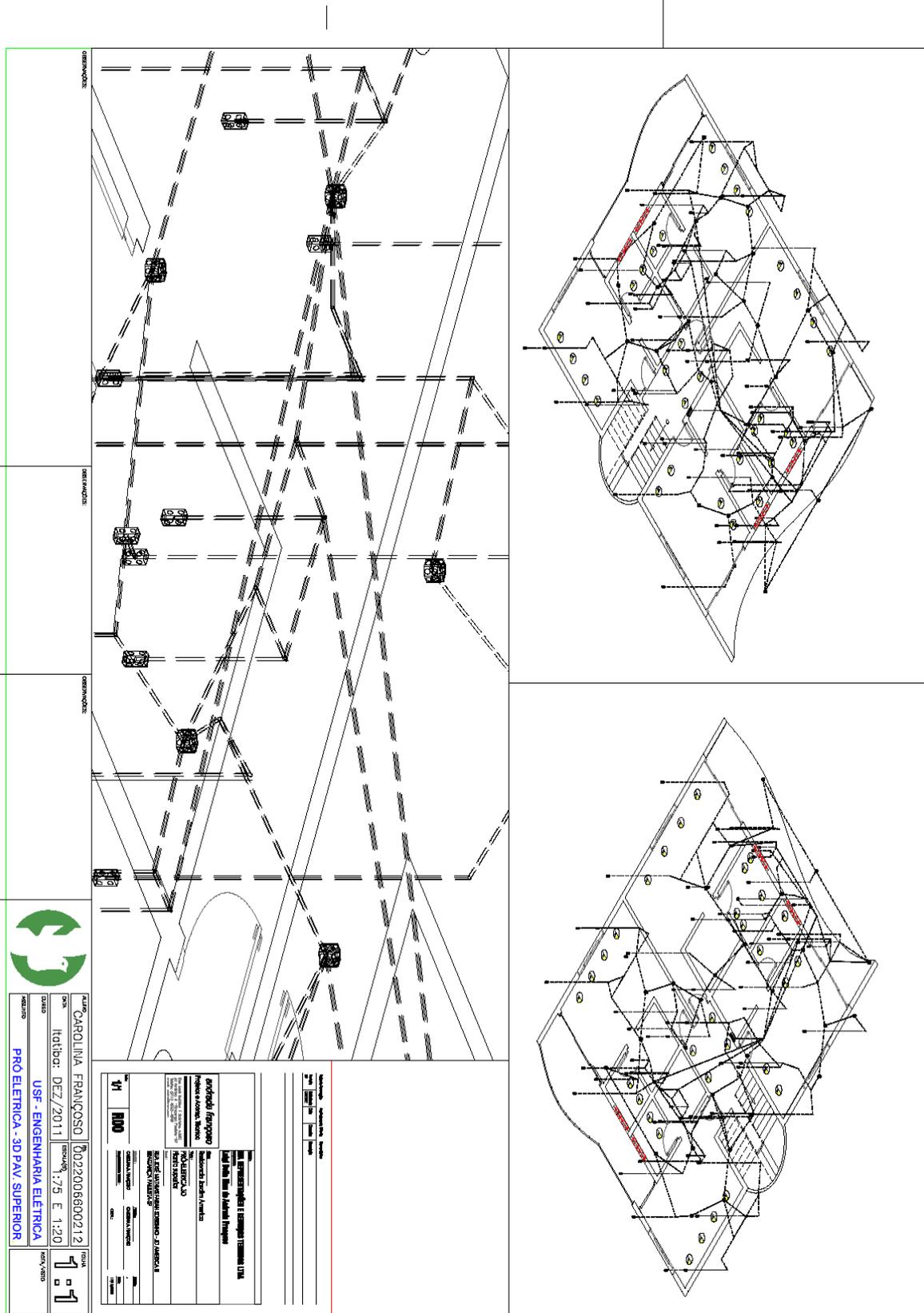
Tabela de Dimensionamento de Proteção e Seção dos Condutores

| CIRCUITO | DESCRIÇÃO | Tensão (V) | Potencia Instalada (VA) | | Corrente (A) | Nº circuitos agrupados | Proteção | | Seção dos Condutores (mm ²) | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|------------|-------------------------|------|--------------|------------------------|-------------------|----------|---|------|---|----|---|-----|
| | | | | | | | Disjuntor DTM (A) | Nº Polos | | | | | | |
| EXTERNO | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MOTOR PORTÃO | 220 | 1050 | 1050 | 4,8 | 1 | 20 | 3 | 6,0 | | | | | |
| 2 | TOMADAS EXTERNAS | 127 | 400 | 1040 | 8,2 | 1 | 15 | 1 | 2,5 | | | | | |
| | ILUMNAÇÃO | 127 | 40 | | | 2 | | | 1,5 | | | | | |
| 3 | TOMADAS EXTERNAS | 220 | 600 | 600 | 2,7 | 1 | 15 | 2 | 2,5 | | | | | |
| 4 | RESERVA | 127 | | | | | 15 | 1 | - | | | | | |
| 5 | RESERVA | 220 | | | | | 15 | 2 | - | | | | | |
| TOTAL GERAL DO QD | | | | 2690 | 7,1 | | | | | | | | | |
| | | | | | | DR: | 25 | 4 | 25,0 | | | | | |
| TÉRREO | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ILUM SALA DE ESTAR | 127 | 115 | 391 | 3,1 | 4 | 10 | 1 | 2,5 | | | | | |
| | ILUM ESCRITORIO | 127 | 107 | | | 2 | | | | | | | | |
| | ILUM SALA DE TV | 127 | 138 | | | 4 | | | | | | | | |
| | ILUM LAVABO | 127 | 15 | | | 1 | | | | | | | | |
| | ILUM HALL DO LAVABO | 127 | 16 | | | 1 | | | | | | | | |
| 2 | ILUM COZINHA | 127 | 63 | 265 | 2,1 | 2 | 10 | 1 | 2,5 | | | | | |
| | ILUM SALA DE JANTAR | 127 | 89 | | | 3 | | | | | | | | |
| | ILUM VARANDA | 127 | 65 | | | 2 | | | | | | | | |
| | ILUM CORREDOR / ESCADA | 127 | 33 | | | 2 | | | | | | | | |
| | ILUM DESPENSA | 127 | 15 | | | 1 | | | | | | | | |
| 3 | ILUM BANHEIRO LAVANDERIA | 127 | 16 | 303 | 2,4 | 1 | 10 | 1 | 2,5 | | | | | |
| | ILUM LAVANDERIA | 127 | 100 | | | 2 | | | | | | | | |
| | ILUM GARAGEM | 127 | 187 | | | 3 | | | | | | | | |
| 4 | TOMADAS SALA DE ESTAR | 127 | 600 | 2200 | 17,3 | 1 | 25 | 2 | 2,5 | | | | | |
| | TOMADAS ESCRITORIO | 127 | 800 | | | 1 | | | | | | | | |
| | TOMADAS SALA DE TV | 127 | 700 | | | 1 | | | | | | | | |
| | TOMADAS HALL DO LAVABO | 127 | 100 | | | 1 | | | | | | | | |
| 5 | TOMADA COZINHA | 220 | 1500 | 2100 | 9,5 | 1 | 20 | 2 | 2,5 | | | | | |
| | TOMADA GARAGEM | 220 | 600 | | | 1 | | | | | | | | |
| | TOMADA COZINHA | 127 | 1100 | | | 1 | | | | | | | | |
| | TOMADA DESPENSA | 127 | 100 | | | 1 | | | | | | | | |
| | TOMADAS CORREDOR / ESCADA | 127 | 100 | | | 1 | | | | | | | | |
| 6 | TOMADAS VARANDA GOURMET | 127 | 200 | 1900 | 15,0 | 1 | 25 | 2 | 2,5 | | | | | |
| | TOMADAS SALA DE JANTAR | 127 | 400 | | | 1 | | | | | | | | |
| | CHUVEIRO BANHEIRO | 220 | 4400 | | | 4400 | | | | 20,0 | 1 | 30 | 2 | 2,5 |
| | TOMADAS LAVANDERIA | 127 | 2200 | | | 2200 | | | | 17,3 | 1 | 25 | 2 | 2,5 |
| 9 | TOMADAS BANHEIRO LAVANDERIA | 127 | 600 | 800 | 6,3 | 1 | 15 | 2 | 2,5 | | | | | |
| | TOMADAS GARAGEM | 127 | 200 | | | 1 | | | | | | | | |
| 10 | A/C HOME THEATER e | 220 | 3000 | 3000 | 13,6 | 1 | 30 | 2 | 2,5 | | | | | |

| CIRCUITO | DESCRIÇÃO | Tensão (V) | Potencia Instalada (VA) | Corrente (A) | Nº circuitos agrupados | Proteção | | Seção dos Condutores (mm2) | |
|-------------------|-------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------|-------------|----------------------------------|------|
| | | | | | | Disjuntor DTM (A) | Nº Polos | | |
| ESCRITÓRIO | | | | | | | | | |
| 11 | RESERVA | 127 | | | 1 | 10 | 1 | - | |
| 12 | RESERVA | 127 | | | 1 | 15 | 1 | - | |
| 13 | RESERVA | 220 | | | 1 | 15 | 2 | - | |
| TOTAL GERAL DO QD | | | 17559 | 46,2 | | | | | |
| | | | | | | DR: | 40 | 4 | 25,0 |
| SUPERIOR | | | | | | | | | |
| 1 | ILUM SUITE 1 | 127 | 64 | 226 | 1,8 | 2 | 10 | 1 | 2,5 |
| | CLOSET 1 | 127 | 15 | | | 1 | | | |
| | ILUM BANHEIRO 1 | 127 | 17 | | | 2 | | | |
| | ILUM SUITE 2 | 127 | 49 | | | 3 | | | |
| | CLOSET 2 | 127 | 15 | | | 1 | | | |
| | ILUM BANHEIRO 2 | 127 | 17 | | | 2 | | | |
| | ILUM CORREDOR | 127 | 19 | | | 2 | | | |
| 2 | ILUM VARANDA 1 | 127 | 30 | 209 | 1,6 | 1 | 10 | 1 | 2,5 |
| | ILUM SUITE 3 | 127 | 49 | | | 3 | | | |
| | CLOSET 3 | 127 | 15 | | | 1 | | | |
| | ILUM BANHEIRO 3 | 127 | 17 | | | 2 | | | |
| | ILUM SUITE MASTER | 127 | 64 | | | 3 | | | |
| | CLOSET MASTER | 127 | 15 | | | 1 | | | |
| | ILUM BANHEIRO MASTER | 127 | 19 | | | 2 | | | |
| ILUM VARANDA 2 | 127 | 30 | 1 | | | | | | |
| 3 | CHUVEIRO SUITE 1 | 220 | 4400 | 4400 | 20,0 | 1 | 25 | 2 | 6,0 |
| 4 | CHUVEIRO SUITE 2 | 220 | 4400 | 4400 | 20,0 | 1 | 25 | 2 | 6,0 |
| 5 | CHUVEIRO SUITE 3 | 220 | 4400 | 4400 | 20,0 | 1 | 15 | 2 | 6,0 |
| 6 | CHUVEIRO 1 MASTER | 220 | 4400 | 4400 | 20,0 | 1 | 25 | 2 | 6,0 |
| 7 | CHUVEIRO 2 MASTER | 220 | 4400 | 4400 | 20,0 | 1 | 15 | 2 | 6,0 |
| 8 | TOMADAS SUITE 1 | 127 | 600 | 2700 | 21,3 | 1 | 15 | 1 | 2,5 |
| | TOMADAS BANHEIRO 1 | 127 | 600 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS SUITE 2 | 127 | 500 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS BANHEIRO 2 | 127 | 600 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS CORREDOR | 127 | 100 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS VARANDA 1 | 127 | 300 | | | 1 | | | |
| 9 | TOMADAS SUITE 3 | 127 | 500 | 3100 | 24,4 | 1 | 40 | 1 | 2,5 |
| | TOMADAS BANHEIRO 3 | 127 | 600 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS SUITE MASTER | 127 | 600 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS BANHEIRO MASTER | 127 | 1200 | | | 1 | | | |
| | TOMADAS VARANDA 2 | 127 | 200 | | | 1 | | | |
| 10 | BANHEIRA MASTER | 220 | 850 | 850 | 3,9 | 1 | 15 | 2 | 2,5 |
| 11 | A/C SUITE 1 E 2 | 220 | 3000 | 3000 | 13,6 | 1 | 15 | 2 | 2,5 |
| 12 | A/C SUITE 3 E MASTER | 220 | 3000 | 3000 | 13,6 | 1 | 15 | 2 | 2,5 |
| 13 | RESERVA | 127 | | | | 1 | 10 | 1 | |
| 14 | RESERVA | 127 | | | | 1 | 30 | 1 | |
| 15 | RESERVA | 220 | | | | 1 | 15 | 2 | |
| 16 | RESERVA | 220 | | | | 1 | 30 | 2 | |
| TOTAL GERAL DO QD | | | 35085 | 92 | | | | | |
| | | | | | | DR: | 80 | 4 | 25,0 |

ANEXO F

Detalhes do Projeto Elétrico em 3D – PRÓ-ELÉTRICA



ALUNA CAROLINA FRANCESCHI | 022006800212 | FOLHA 1
 DATA: 10/01/2011 | ESCALA: 1:75 E 1:200
 DISCIPLINA: USF - ENGENHARIA ELÉTRICA
 PROJETO: PRÓ ELÉTRICA - 3º PAV. SUPERIOR

| | |
|--|--|
| PROFESSOR RESPONSÁVEL Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR TUTOR Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR COORDEADOR Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR ORIENTADOR Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR COORDEADOR DE CURSO Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR COORDEADOR DE DEPARTAMENTO Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR COORDEADOR DE INSTITUTO Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |
| PROFESSOR COORDEADOR DE RECTORIA Prof. Dr. Roberto de Almeida Travençolo Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina Caixa Postal 709 Florianópolis, SC 88075-900 | |

ANEXO G

Projeto Elétrico Desenvolvido no Software Pró-Elétrica

| Unid. | Quantid. | Unid. | Descrição | Quantid. | Unid. | Descrição |
|-------|----------|-------|-----------|----------|-------|-----------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

— Projeto e Instalação de Iluminação —

| Unid. | Quantid. | Unid. | Descrição | Unid. | Quantid. | Unid. | Descrição |
|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|-----------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Diagrama Unifilar

Diagrama Multifilar

Legenda:

| | |
|--|---------------------|
| | 1 - Fase 220 V |
| | 3 - Fases 220 V |
| | 3 - Fases 380 V |
| | 3 - Fases 480 V |
| | 3 - Fases 600 V |
| | 3 - Fases 720 V |
| | 3 - Fases 840 V |
| | 3 - Fases 960 V |
| | 3 - Fases 1140 V |
| | 3 - Fases 1320 V |
| | 3 - Fases 1500 V |
| | 3 - Fases 1740 V |
| | 3 - Fases 1980 V |
| | 3 - Fases 2280 V |
| | 3 - Fases 2580 V |
| | 3 - Fases 2940 V |
| | 3 - Fases 3360 V |
| | 3 - Fases 3840 V |
| | 3 - Fases 4380 V |
| | 3 - Fases 4980 V |
| | 3 - Fases 5640 V |
| | 3 - Fases 6360 V |
| | 3 - Fases 7140 V |
| | 3 - Fases 8000 V |
| | 3 - Fases 8940 V |
| | 3 - Fases 9960 V |
| | 3 - Fases 11100 V |
| | 3 - Fases 12360 V |
| | 3 - Fases 13740 V |
| | 3 - Fases 15240 V |
| | 3 - Fases 16860 V |
| | 3 - Fases 18600 V |
| | 3 - Fases 20580 V |
| | 3 - Fases 22740 V |
| | 3 - Fases 25080 V |
| | 3 - Fases 27600 V |
| | 3 - Fases 30300 V |
| | 3 - Fases 33180 V |
| | 3 - Fases 36240 V |
| | 3 - Fases 39480 V |
| | 3 - Fases 42900 V |
| | 3 - Fases 46500 V |
| | 3 - Fases 50280 V |
| | 3 - Fases 54240 V |
| | 3 - Fases 58480 V |
| | 3 - Fases 62900 V |
| | 3 - Fases 67500 V |
| | 3 - Fases 72300 V |
| | 3 - Fases 77300 V |
| | 3 - Fases 82500 V |
| | 3 - Fases 87900 V |
| | 3 - Fases 93500 V |
| | 3 - Fases 99300 V |
| | 3 - Fases 105300 V |
| | 3 - Fases 111500 V |
| | 3 - Fases 117900 V |
| | 3 - Fases 124500 V |
| | 3 - Fases 131300 V |
| | 3 - Fases 138300 V |
| | 3 - Fases 145500 V |
| | 3 - Fases 152900 V |
| | 3 - Fases 160500 V |
| | 3 - Fases 168300 V |
| | 3 - Fases 176300 V |
| | 3 - Fases 184500 V |
| | 3 - Fases 192900 V |
| | 3 - Fases 201500 V |
| | 3 - Fases 210300 V |
| | 3 - Fases 219300 V |
| | 3 - Fases 228500 V |
| | 3 - Fases 237900 V |
| | 3 - Fases 247500 V |
| | 3 - Fases 257300 V |
| | 3 - Fases 267300 V |
| | 3 - Fases 277500 V |
| | 3 - Fases 287900 V |
| | 3 - Fases 298500 V |
| | 3 - Fases 309300 V |
| | 3 - Fases 310300 V |
| | 3 - Fases 321300 V |
| | 3 - Fases 332500 V |
| | 3 - Fases 343900 V |
| | 3 - Fases 355500 V |
| | 3 - Fases 367300 V |
| | 3 - Fases 379300 V |
| | 3 - Fases 391500 V |
| | 3 - Fases 403900 V |
| | 3 - Fases 416500 V |
| | 3 - Fases 429300 V |
| | 3 - Fases 442300 V |
| | 3 - Fases 455500 V |
| | 3 - Fases 468900 V |
| | 3 - Fases 482500 V |
| | 3 - Fases 496300 V |
| | 3 - Fases 510300 V |
| | 3 - Fases 524500 V |
| | 3 - Fases 538900 V |
| | 3 - Fases 553500 V |
| | 3 - Fases 568300 V |
| | 3 - Fases 583300 V |
| | 3 - Fases 598500 V |
| | 3 - Fases 613900 V |
| | 3 - Fases 629500 V |
| | 3 - Fases 645300 V |
| | 3 - Fases 661300 V |
| | 3 - Fases 677500 V |
| | 3 - Fases 693900 V |
| | 3 - Fases 710500 V |
| | 3 - Fases 727300 V |
| | 3 - Fases 744300 V |
| | 3 - Fases 761500 V |
| | 3 - Fases 778900 V |
| | 3 - Fases 796500 V |
| | 3 - Fases 814300 V |
| | 3 - Fases 832300 V |
| | 3 - Fases 850500 V |
| | 3 - Fases 868900 V |
| | 3 - Fases 887500 V |
| | 3 - Fases 906300 V |
| | 3 - Fases 925300 V |
| | 3 - Fases 944500 V |
| | 3 - Fases 963900 V |
| | 3 - Fases 983500 V |
| | 3 - Fases 1003300 V |
| | 3 - Fases 1023300 V |
| | 3 - Fases 1043500 V |
| | 3 - Fases 1063900 V |
| | 3 - Fases 1084500 V |
| | 3 - Fases 1105300 V |
| | 3 - Fases 1126300 V |
| | 3 - Fases 1147500 V |
| | 3 - Fases 1168900 V |
| | 3 - Fases 1190500 V |
| | 3 - Fases 1212300 V |
| | 3 - Fases 1234300 V |
| | 3 - Fases 1256500 V |
| | 3 - Fases 1278900 V |
| | 3 - Fases 1301500 V |
| | 3 - Fases 1324300 V |
| | 3 - Fases 1347300 V |
| | 3 - Fases 1370500 V |
| | 3 - Fases 1393900 V |
| | 3 - Fases 1417500 V |
| | 3 - Fases 1441300 V |
| | 3 - Fases 1465300 V |
| | 3 - Fases 1489500 V |
| | 3 - Fases 1513900 V |
| | 3 - Fases 1538500 V |
| | 3 - Fases 1563300 V |
| | 3 - Fases 1588300 V |
| | 3 - Fases 1613500 V |
| | 3 - Fases 1638900 V |
| | 3 - Fases 1664500 V |
| | 3 - Fases 1690300 V |
| | 3 - Fases 1716300 V |
| | 3 - Fases 1742500 V |
| | 3 - Fases 1768900 V |
| | 3 - Fases 1795500 V |
| | 3 - Fases 1822300 V |
| | 3 - Fases 1849300 V |
| | 3 - Fases 1876500 V |
| | 3 - Fases 1903900 V |
| | 3 - Fases 1931500 V |
| | 3 - Fases 1959300 V |
| | 3 - Fases 1987300 V |
| | 3 - Fases 2015500 V |
| | 3 - Fases 2043900 V |
| | 3 - Fases 2072500 V |
| | 3 - Fases 2101300 V |
| | 3 - Fases 2130300 V |
| | 3 - Fases 2159500 V |
| | 3 - Fases 2188900 V |
| | 3 - Fases 2218500 V |
| | 3 - Fases 2248300 V |
| | 3 - Fases 2278300 V |
| | 3 - Fases 2308500 V |
| | 3 - Fases 2338900 V |
| | 3 - Fases 2369500 V |
| | 3 - Fases 2400300 V |
| | 3 - Fases 2431300 V |
| | 3 - Fases 2462500 V |
| | 3 - Fases 2493900 V |
| | 3 - Fases 2525500 V |
| | 3 - Fases 2557300 V |
| | 3 - Fases 2589300 V |
| | 3 - Fases 2621500 V |
| | 3 - Fases 2653900 V |
| | 3 - Fases 2686500 V |
| | 3 - Fases 2719300 V |
| | 3 - Fases 2752300 V |
| | 3 - Fases 2785500 V |
| | 3 - Fases 2818900 V |
| | 3 - Fases 2852500 V |
| | 3 - Fases 2886300 V |
| | 3 - Fases 2920300 V |
| | |

ANEXO H

Lista de Material e outros anexos ao projeto – LUMINE

18/12/11

Lista de materiais do projeto LUMINE TCC



AltoQi Lamine V4

**CAROLINA DNA FRANÇOSO - ANDRADE FRANÇOSO
CASA LUIGI**

**15/11/2011
10:05:13**

Lista de materiais do projeto LUMINE TCC

| | |
|---|-----------|
| Elétrica - Acessórios p/ eletrodutos | |
| Caixa PVC | |
| 4x2" | 135 pç |
| 4x4" | 4 pç |
| Caixa PVC octogonal | |
| 3x3" | 174 pç |
| Caixa alumínio 4"x2" | |
| 1x2" | 2 pç |
| 3x4" | 1 pç |
| Elétrica - Cabo Unipolar (cobre) | |
| IsolHEPR - ench.BVA - 0,6/1kV (ref Pirelli Afimex) | |
| 1.5 mm ² | 469,30 m |
| 16 mm ² | 55,10 m |
| 2.5 mm ² | 2052,90 m |
| 25 mm ² | 220,20 m |
| 6 mm ² | 314,10 m |
| Elétrica - Dispositivo Elétrica - embutido | |
| Placa 2x4" | |
| Interruptor simples - 2 teclas | 1 pç |
| Placa cega | 6 pç |
| Placa p/ 1 função | 12 pç |
| Placa p/ 1 função redonda | 1 pç |
| Placa p/ 1 função retangular | 83 pç |
| Placa p/ 2 funções retangulares | 21 pç |
| Placa p/ 3 funções retangulares | 10 pç |
| Tomada universal redonda 2P+T - 10A | 1 pç |
| Placa 2x4" - lãño | |
| Placa c/ tampa rosçada - cromada | 1 pç |
| Placa 4x4" | |



AltoQi Linha V4

CAROLINA DINA FRANÇOSO - ANDRADE FRANÇOSO
CASA LLIGE15/11/2011
18:04:13

Relatório de Dimensionamento

| Circuito: QM1 - | | | | |
|--|---|---|---|--|
| Alimentação 3F+N(B+S+T) | Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V | FP 0.95 | FCA 1.00 | FCT 1.00 |
| Potência instalada (VA) Potência demandada (VA) | R 15551.77 13733.34 | S 19885.89 9987.00 | T 21601.00 14040.24 | Total 57098.66 37760.58 |
| Corrente (A) | 108.14 | 78.64 | 110.55 | Projeto (It) 110.55 Corrigida (Id) 110.55 |
| Critérios de seleção (Dimensionamento da seção) | | | | |
| Seção mínima admistrvel | Capacidade de condução de corrente | Condições de instalação | Queda de tensão | |
| Utilização: Alimentação Seção: 25 mm ² | Método de instalação: B1 Seção: 25 mm ² Cap. Condução (It): 117.00 A | Condição de instalação CHB (enterrado) Faseamento: T3 Seção: 25 mm ² Disjuntor: 70 A | Queda de tensão dV% parcial admistrvel: 4.00 % | |
| | | | 25 mm ² | |
| | | | dV% parcial | 0.00 % |
| | | | dV% total | 0.00 % |
| Dimensionamento da proteção (In) | | Condutor | | |
| In < In < Is (25 mm ²) 110.6 < 32.0 < 117.0 | | Cabo Unipolar (cobre) InsulHEPR - eqch-EVA - 0,6/1kV (ref. Fimil A&S)® | | |
| Dispositivo de proteção | | Seção | | |
| Disjuntor tetrapolar DR (3 fases+neutro - In 30mA) - DIN Corrente de atuação: 32.00 A | | Fase 25 mm ² | Neutro 25 mm ² | Terra - |
| | | Capacidade de condução (Fase): 117.00 A | | |

Exo 7 - Disjuntor incompatível com a corrente de projeto definida.



AltoQi Linha V4

CAROLINA DINA FRANÇOSO - ANDRADE FRANÇOSO
CASA LUIGI15/11/2011
18:04:23

Relatório de Dimensionamento

| Circuito: QD1 - | | | | Queda QM1 (SUPERIOR) | |
|--|---|--|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Alimentação 3F+N(R+S+T) | Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V | FP 0,96 | FCA 0,60 | FCT 1,00 | |
| Potência instalada (VA) | R | S | T | Total | |
| 9648,99 | 12891,67 | 18200,00 | 38540,66 | | |
| Potência demandada (VA) | 8560,51 | 8543,67 | 11340,00 | 28444,18 | |
| Corrente (A) | 67,41 | 67,27 | 89,29 | Projeto (Ib) 89,29 | Corrigida (Id) 89,29 |
| Critérios de projeto (Dimensionamento da seção) | | | | | |
| Seção mínima admittível: | Capacidade de condução de corrente | Condições de | Queda de tensão | | |
| Utilização: Alimentação Seção: 2,5 mm ² | Método de instalação: B1 Seção: 25 mm ² Cap. Condução (Is): 117,00 A | Fornecimento: Seção: 25 mm ² Disjuntor: 0 A | dV% parcial admittível: 4,00 % | | |
| | | | 25 mm ² | | |
| | | | dV% parcial | 0,00 % | |
| | | | dV% total | 0,00 % | |
| Dimensionamento da proteção (Is) | | Condutor | | | |
| Is < In < Ic (25 mm ²) 89,3 < 12,0 < 70,2 | | Cabo Unipolar (cabo) Isol.HRPR - inch.EVA - 0,6/1kV (ref. Fimili Altrans) | | | |
| Dispositivo de proteção | | Seção | | | |
| Disjuntor tetrapolar DR (3fases/neutral - In 30mA) - DIN Corrente de atuação: 32,00 A | | Fase 25 mm ² | Neutro 25 mm ² | Terra 16 mm ² | |
| | | Capacidade de condução (Fase): 117,00 A | | | |

Erro 7 - Disjuntor incompatível com a corrente de projeto definida.



AltoQi Linha V4

CAROLINA DNA FRANÇOZO - ANDRADE FRANÇOZO
CASA LUIGI15/11/2011
18:02:28

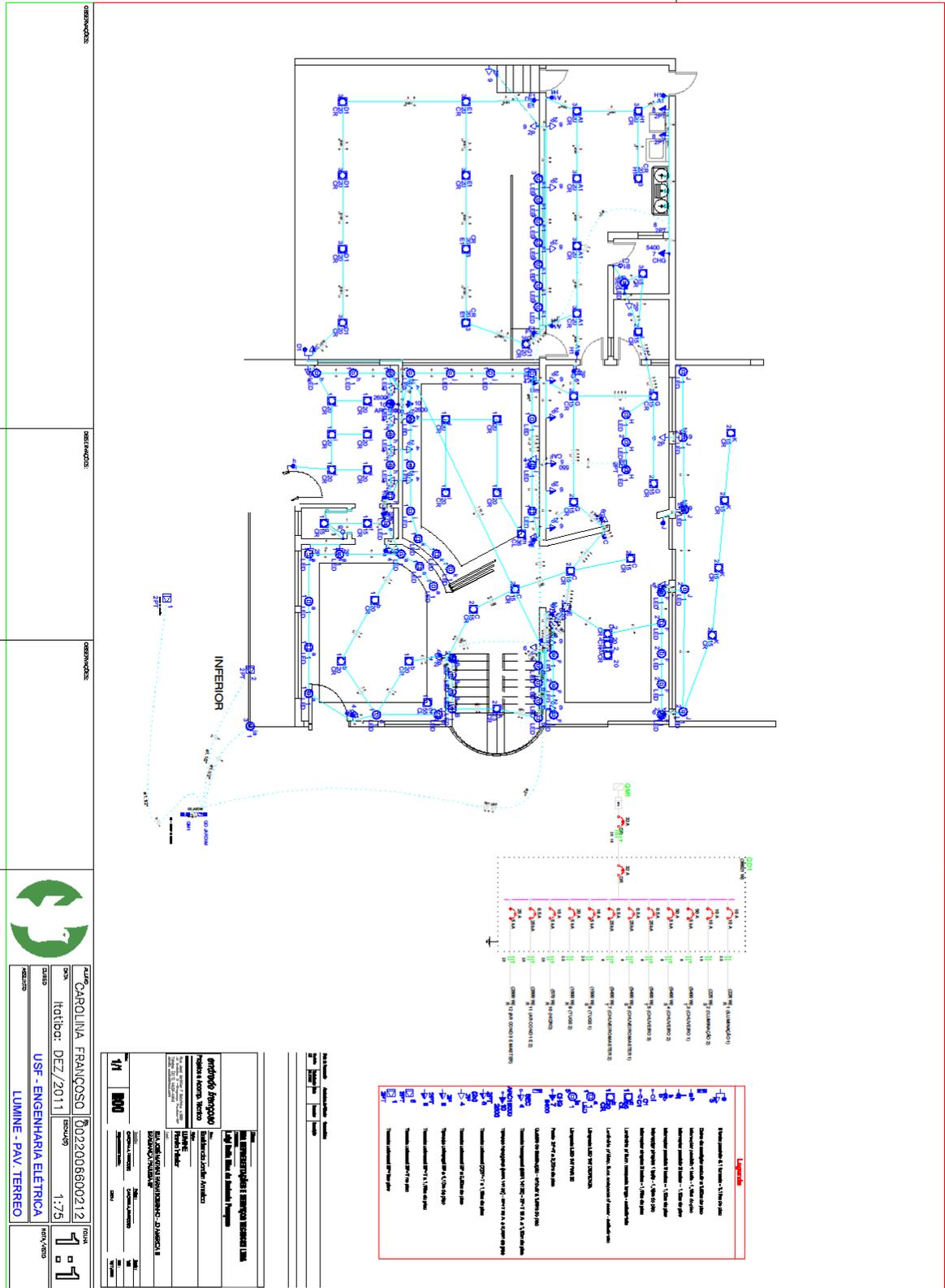
Relatório de Dimensionamento

| Circuito: QD2 - | | | | Queda QMI (TERREO) | |
|--|---|---|--|-----------------------------|----------------------------|
| Alimentação 3F+N(R+S+T) | Tensão F-N: 127 V / F-F: 220 V | FP 0,93 | FCA 0,80 | FCT 1,00 | |
| Potência instalada (VA) | R | S | T | Total | |
| 5777,78 | 7089,22 | 5400,00 | 18247,00 | | |
| 5777,78 | 3375,52 | 5400,00 | 14551,30 | | |
| Corrente (A) | 45,49 | 26,56 | 42,52 | Projeto (It) | Corrigida (It) |
| | | | 45,49 | 45,49 | |
| Critérios de projeto (Dimensionamento da seção) | | | | | |
| Seção mínima admisivél | Capacidade de condução de corrente | Concessionária | Queda de tensão | | |
| Utilização: Alimentação Seção: 2,5 mm ² | Método de instalação: B1 Seção: 6 mm ² Cap. Condução (It): 48,00 A | Fornecimento: Seção: 6 mm ² Disjuntor: 0 A | dV% parcial admisivél: 4,00 % | | |
| | | | | 6 mm ² | |
| | | | dV% parcial | 0,00 % | |
| | | | dV% total | 0,00 % | |
| Dimensionamento da proteção (It) | | | Condutor | | |
| It < It < It (6 mm ²) 43,5 < 32,0 < 38,4 | | | Cabo Unipolar (cabo) | | |
| | | | Isol.HRPR - inch.EVA - 0,6/1kV (ref. Fimili Ailurus) | | |
| Dispositivo de proteção | | | Seção | | |
| Disjuntor tripolar DR (3fases/neutral - In 30mA) - DIN Corrente de atuação: 32,00 A | | | Fase 6 mm ² | Neutro 6 mm ² | Terra 6 mm ² |
| | | | Capacidade de condução (Fase): 48,00 A | | |

Erro 7 - Disjuntor incompatível com a corrente do projeto definida.

ANEXO I

Projeto Elétrico Desenvolvido no Software Lumine



ALUNA CAROLINA FRANÇOSO
RA 002200800212
DATA 16/07/2011
DISCIPLINA USF - ENGENHARIA ELÉTRICA
PROFESSOR LUMINE - PAV. TERREO

PROFESSOR Antônio Francisco
PROFESSOR Antônio Francisco
PROFESSOR Antônio Francisco
PROFESSOR Antônio Francisco

PROFESSOR Antônio Francisco
PROFESSOR Antônio Francisco
PROFESSOR Antônio Francisco
PROFESSOR Antônio Francisco

