

MARCO ANTONIO POSSENTI

**CADERNO DE ENCARGOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS
ELÉTRICOS RESIDENCIAIS**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Federal de
Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.**

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis

2000

MARCO ANTONIO POSSENTI

**CADERNO DE ENCARGOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS
ELÉTRICOS RESIDENCIAIS**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do grau de

Mestre em Engenharia de Produção

Área de Ergonomia e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação

Prof. Ricardo M. Barcia, Ph.D.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

Prof. Neri dos Santos, Dr. Ing.
Orientador

Prof^ª. Ana Regina de Aguiar Dutra, Dra.
Membro

Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.
Membro

Florianópolis
2000

Dedico este trabalho a minha esposa Julia, minha mãe Irene, irmão Jean Carlo, meu pai Jovenal a quem gostaria de ter compartilhado esta conquista, pelo carinho e apoio de todos nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Neri dos Santos pela paciência e por aceitar o desafio no desenvolvimento e aprimoramento deste trabalho.

À banca examinadora, Professora Ana Regina de Aguiar Dutra e ao Professor Francisco Antônio Pereira Fialho, por terem aceito a incumbência de avaliar o conteúdo desta pesquisa e por suas relevantes contribuições.

Aos colegas do curso Andiará, Flávio e Marcos, e pela troca de experiências e a grande amizade conquistada.

Ao CEFET, unidade de Pato Branco, pelo apoio e por ter concedido a oportunidade de construir um novo mestre para o ensino.

À Construtora RENAK pelo tempo dedicado a aplicação deste trabalho.

Aos meus eternos amigos Edson e Jorge, pelas horas de alegrias e tristezas que passamos em mais esta conquista.

Aos meus colegas Radioamadores de Florianópolis, em especial o amigo Orlando Regis - PP5TP, pela amizade conquistada, o acolhimento e aos contatos realizados.

Ao Pai Eterno, pelo amor e a caminhada a mim permitida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	
1.1. Apresentação do assunto da pesquisa	1
1.2. Justificativa	1
1.3. Objetivos da Pesquisa	3
1.3.1. Objetivo Geral	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Questão de Pesquisa	4
1.5. Delimitação do Trabalho	4
1.6. Organização do Trabalho	5
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
2.1. A origem, os objetivos e a importância de um Projeto Elétrico	6
2.2. Critérios para elaboração de um Projeto Elétrico	9
2.3. Etapas no desenvolvimento de um Projeto Elétrico	10
2.3.1. Informações Preliminares	11
2.3.2. Quantificação do sistema	11
2.3.3. Determinação do padrão de atendimento	11
2.3.4. Desenho de plantas	11
2.3.5. Dimensionamentos	11
2.3.6. Quadros de distribuição e diagramas	12
2.3.7. Elaboração dos detalhes construtivos	12
2.3.8. Memorial descritivo e memorial de cálculo	12
2.3.9. Análise e aprovação pela concessionária	12
2.4. Normalização	14
2.4.1. Proteção contra choque elétrico por contato indireto	17
2.4.2. Proteção contra choque elétrico por contato direto	17

2.4.3. Proteção contra efeitos térmicos _____	17
2.4.4. Proteção contra correntes de sobrecarga _____	17
2.4.5. Proteção contra correntes de curto-circuito _____	18
2.4.6. Proteção contra sobretensões _____	18
2.5. Execução do Projeto Elétrico _____	18
2.6. Utilização e manutenção das instalações elétricas _____	20
2.7. Segurança nas Instalações elétricas _____	22
2.8. Introdução da Ergonomia nas diversas etapas no desenvolvimento de Projetos _____	24
2.9. Conclusão _____	28

CAPÍTULO 3 - CADERNO DE ENCARGOS PARA PROJETOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS

3.1. Introdução _____	29
3.2. Caderno de Encargos _____	29
3.2.1. Iluminação _____	29
3.2.2. Tomadas de uso geral - Tug's _____	32
3.2.3. Tomadas de uso específico - Tue's _____	35
3.2.4. Condicionadores de ar _____	35
3.2.5. Aparelhos de aquecimento _____	35
3.2.6. Condutores de alimentação _____	36
3.2.7. Eletrodutos _____	39
3.2.8. Dispositivos de proteção _____	40
3.2.9. Centros de distribuição _____	42
3.2.10. Detalhes construtivos _____	43
3.2.11. Simbologia _____	44
3.2.12. Memorial Técnico Descritivo _____	44
3.3. Lista de verificação _____	45
3.4. Conclusão _____	52

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DO CADERNO DE ENCARGOS

4.1. Introdução _____	53
4.2. Projeto Elétrico _____	53
4.3. Conclusão _____	58

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES FINAIS

5.1. Conclusões gerais _____ 59

5.2. Sugestões para trabalhos futuros _____ 60

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ 61**BIBLIOGRAFIA** _____ 62**ANEXOS** _____ 64**GLOSSÁRIO** _____ 79

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1. - Interação entre os atores envolvidos _____ 2

FIGURA 2.1. - Inter-relação entre os atores envolvidos no desenvolvimento de um projeto _____ 7

FIGURA 2.2. - Projeto como solução de problemas de Engenharia (fonte: Lima Filho, 1998) _____ 8

FIGURA 2.3. - Fluxograma da elaboração de um projeto (fonte: Lima Filho, 1998) _____ 13

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1. - Relação de normas que atuam em conjunto com a NBR 5410 _____ 15

TABELA 3.1. - Densidade de Carga para Iluminação (Adaptação: Lima Filho, 1998) _____ 30

TABELA 3.2. - Densidade de Carga (Adaptação: Lima Filho, 1998) _____ 34

TABELA 3.3. - Capacidade de condução de corrente para condutores instalados em eletrodutos embutidos ou aparentes (Adaptação: NBR 5410) _ 38

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta a planta baixa da residência unifamiliar em alvenaria _____	65
ANEXO 2. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta a planta baixa com o projeto elétrico _____	66
ANEXO 3. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o diagrama unifilar dos circuitos de alimentação _____	67
ANEXO 4. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o quadro de cargas da instalação _____	68
ANEXO 5. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o detalhe de montagem do centro de distribuição _____	69
ANEXO 6. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o quadro com a simbologia utilizada no projeto _____	70
ANEXO 7. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 5.2. Apresenta o detalhe de entrada da alimentação pela concessionária _____	71
ANEXO 8. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o detalhe do aterramento de proteção _____	72
ANEXO 9. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o detalhe da situação da obra _____	73
ANEXO 10. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o detalhe de ligação dos condutores aos pontos de luz _____	74
ANEXO 11. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o detalhe de ligação das tomadas de uso geral e a posição dos condutores _____	75
ANEXO 12. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o detalhe de ligação dos condutores de alimentação e proteção do chuveiro _____	76
ANEXO 13. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta os detalhes de fixação dos eletrodutos nas caixas de saída, da caixa do centro de medição tipo 1xCN e do aterramento do neutro _____	77
ANEXO 14. - Referente ao CAPÍTULO 4 , item 4.2. Apresenta o quadro com as observações do projeto _____	78

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo elaborar um Caderno de Encargos e uma Lista de Verificação a atuarem como método de auxílio no desenvolvimento de projetos elétricos residenciais para profissionais da área de construção civil e escolas profissionais.

Inúmeras literaturas existem em se tratando de instalações elétricas, mas nenhuma delas se torna objetiva no que diz respeito às decisões e escolhas a serem tomadas referentes ao projeto em conjunto com o proprietário.

Não somente profissionais da área de Engenharia Elétrica, mas sim de outras áreas relacionadas com construções, estão habilitados a desenvolverem projetos elétricos habitacionais. Mas será que as literaturas disponíveis estão adaptadas ao nível de informação destes projetistas?

É com o objetivo de sanar este problema que optou-se em pesquisar um método de auxílio para estes profissionais no desenvolvimento de projetos elétricos residenciais.

Para concretizar este trabalho, faz-se então uma revisão no estado da arte referente a projetos elétricos com seus conceitos e métodos atuais, normalização através da norma que rege às instalações elétricas de baixa tensão a NBRT 5410 da ABNT e após então, desenvolver o Caderno de Encargos e a Lista de verificação e aplicá-los em um projeto elétrico de uma residência.

ABSTRACT

The present work has as objective to elaborate a Notebook of Responsibilities and a List of Verification they act her as method of aid in the development of residential electric projects for professionals of the area of civil construction and professional schools.

Countless literatures exist in if being about electric facilities, but none of them becomes objective in what says respect to the decisions and choices be she taken referring to the project together with the proprietor.

Not only professionals of the area of Electric Engineering, but yes of another areas related with constructions, are enabled it they develop habitational electric projects. But will it be that the available literatures are adapted at the level of these planners' information?

It is with the objective of healing this problem that he opted in researching a method of aid for these professionals in the development of residential electric projects.

To sum up this work, makes then a revision in the state of the art regarding electric projects with its concepts and current methods, normalization through the norm that governs to the electric facilities of low tension NBRT 5410 of ABNT and after then, to develop the Notebook of Responsibilities and the verification List and to apply them in an electric project of a residence.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO DO ASSUNTO DA PESQUISA

As instalações elétricas possibilitam o uso da eletricidade em todos os setores em que o homem atua. A energia com o maior consumo na área residencial é preferencialmente a eletricidade, justificando um sistema elétrico racional, com qualidade e segurança.

O crescente aumento de inovações tecnológicas em se tratando de eletrodomésticos e aparelhos de utilização, confere cada vez mais a importância do consumo da energia elétrica e da elaboração de projetos que possibilitem o fornecimento desta energia.

No entanto, inúmeras instalações elétricas já implantadas não estão adequadas às normas técnicas. O não cumprimento do projeto, complexidade na operacionalidade das instalações, falta de acompanhamento do projetista na etapa de execução ou até mesmo o despreparo do autor do projeto, são apontadas como causas deste problema.

De acordo com COTRIN (1978), “ projetar um sistema elétrico para qualquer prédio ou área externa consiste, basicamente, em dispor os condutores e equipamentos de modo a proporcionar, segura e efetivamente, a transferência de energia elétrica desde uma fonte até lâmpadas, motores e outros equipamentos que funcionem a eletricidade”.

Mas o que é um projeto elétrico adequado? Um projeto elétrico adequado é aquele que atende a todas as normas técnicas específicas da ABNT e da Concessionária fornecedora de energia, que atenda as solicitações por parte do contratante (usuário), que atenda especificações ergonômicas facilitando a utilização por parte do usuário, e principalmente, que seja executável.

1.2. JUSTIFICATIVA

Um projeto, segundo LIMA FILHO (1998) "... é o resultado de uma interação dos sujeitos envolvidos: cliente, profissional projetista e entidades normatizadoras (associações normatizadoras, órgãos do poder público, concessionárias, etc.)” .

Não só atender às especificações delimitadas pelas normas técnicas e cliente, o projetista deverá estar inter-relacionado com os demais profissionais envolvidos na elaboração do conjunto de projetos. A inexistência desta interação pode complicar ainda mais a execução do seu projeto em especial. Esta interação entre os atores envolvidos na etapa de elaboração e definição do projeto, pode ser representado através da **FIGURA 1.1.** a seguir.

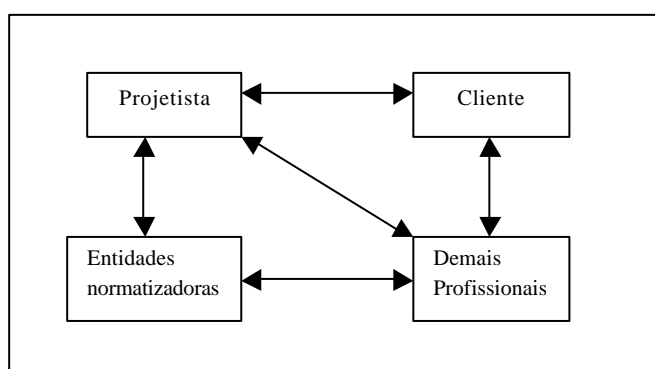


FIGURA 1.1. Interação entre os atores envolvidos

Um projeto elétrico deve ser dinâmico e flexível, no que diz respeito a sua execução e operação. Muitas vezes existirá a possibilidade de ser adaptado a uma situação específica, alterando sua característica original. Nota-se que tal adaptação poderá alterar os custos previstos para a sua execução. Então, deve o projetista, prever estas alterações para que modificações futuras não venham causar desperdícios de recursos e tempo.

Estar de acordo ergonomicamente, é ser elaborado levando-se em conta todos os critérios ergonômicos disponíveis para a elaboração de projetos. Isto dificilmente ocorre, pois são raros os recursos didáticos e específicos para elaboração de projetos elétricos que utilizam ferramentas com contribuição ergonômicas para auxiliar as etapas de concepção.

Segundo PEDROSO (1998), atender as necessidades do consumidor, num cenário onde a competitividade cada vez mais acirrada é pano de fundo, faz com que as empresas utilizem metodologias e ferramentas que garantam o sucesso de seu produto no mercado.

Adaptando então esta idéia ao campo de projetos elétricos, notamos a necessidade de inserirmos tecnologia e nos voltarmos ainda mais a operacionalidade do projeto pelo usuário. A operacionalidade e segurança do sistema elétrico juntamente com a sua execução, deverá estar em primeiro plano para o projetista. Segundo MAIRE *apud* SANTOS (1997) "... de nada valem instalações técnicas perfeitas se elas não são adaptadas às características físicas e cognitivas dos trabalhadores ".

Deverá então o projetista, possuir informações de todas as áreas que envolvam projetos elétricos, inclusive ferramentas com contribuições ergonômicas de auxílio a concepção de projetos, de maneira que conduza a sua elaboração voltada a execução e utilização final, levando-se em conta todos os critérios e normas disponíveis.

Assim, propõe-se um método para auxiliar a elaboração de projetos elétricos residenciais através de um Caderno de Encargos e de uma Lista de Verificação, ferramentas utilizadas pela Ergonomia, atendendo normas técnicas e proporcionando um sistema elétrico mais operativo e seguro para o usuário.

1.3. OBJETIVOS DA PESQUISA

A pesquisa a ser desenvolvida terá dois níveis de objetivos: geral e específicos, conforme detalhamento a seguir.

1.3.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho visa elaborar um Caderno de Encargos e uma Lista de Verificação para auxiliar o desenvolvimento de sistemas elétricos residenciais, especificamente residências unifamiliares, visando otimizar a etapa de concepção, e consequentemente o tornar mais operacional e seguro.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No sentido de ser alcançado o objetivo geral, os objetivos específicos são os seguintes:

- a) Abordar critérios de segurança das instalações elétricas;
- b) Recomendações para utilização e manutenção das instalações;
- c) Desenvolver um Caderno de Encargos para elaboração de projetos elétricos residenciais;
- d) Elaborar uma Lista de Verificação para elaboração de projetos elétricos residenciais.
- e) Aplicar o método proposto;

1.4. QUESTÃO DE PESQUISA

Conforme exposto anteriormente, a pesquisa visa responder a seguinte questão:

A utilização de um Caderno de Encargos e de uma Lista de Verificação, otimizará a elaboração de projetos elétricos residenciais, bem como evidenciará a segurança e operacionalidade de todo o sistema?

1.5. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho propõe-se a estudar os métodos existentes de elaboração de projetos elétricos residenciais, bem como abordar os aspectos de segurança, utilização e manutenção das instalações.

Para delimitar ainda mais a pesquisa, optou-se para aplicação do Caderno de Encargos e a Lista de Verificação em um projeto elétrico de uma residência unifamiliar construída em alvenaria.

Portanto, passa-se para a solução do problema citado, considerando as limitações impostas para o desenvolvimento da pesquisa, utilizando ferramentas técnicas de desenvolvimento de projetos elétricos, aliando ferramentas com contribuições ergonômicas à Eletrotécnica tradicional.

Como ferramenta de desenho, será utilizado um editor gráfico para a confecção das plantas e dos detalhes construtivos, o *AutoCAD Release 14.0*.

O trabalho visa elaborar um Caderno de Encargos onde o projetista tenha a sua disposição uma seqüência lógica na concepção de instalações elétricas. Estes pontos são detalhes construtivos, montagem dos circuitos e equipamentos que serão instalados, bem como posicionamento e dimensionamento dos mesmos.

Para concretização da metodologia proposta, será utilizado uma Lista de Verificação, ferramenta utilizada em projetos ergonômicos, a qual servirá como auxílio a concepção do projeto elétrico em questão. Caberá ao projetista com o auxílio destas ferramentas, detectar parte dos problemas que ocorrem durante a etapa de concepção de projetos.

1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para o êxito dos objetivos propostos, adota-se a seguinte organização do trabalho:

- **CAPÍTULO 1** - Neste capítulo faz-se a introdução da pesquisa abordando o problema, justificando e delimitando a execução do trabalho. Trata-se também dos objetivos além da questão a ser respondida.
- **CAPÍTULO 2** - Neste capítulo realiza-se uma revisão bibliográfica para analisar os métodos atuais de elaboração de projetos elétricos através de uma abordagem às normas.
- **CAPÍTULO 3** - Neste capítulo realiza-se a elaboração do Caderno de Encargos, bem como a Lista de Verificação que auxiliará o projetista na etapa de concepção de projetos elétricos residenciais.

- **CAPÍTULO 4** - Nesta etapa do trabalho, faz-se a aplicação do método proposto, através do projeto elétrico de uma residência unifamiliar construída em alvenaria.
- **CAPÍTULO 5** - Refere-se as conclusões gerais do estudo realizado, bem como faz sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

2.1. A ORIGEM, OS OBJETIVOS E A IMPORTÂNCIA DE UM PROJETO ELÉTRICO

Com o surgimento da eletricidade e com as invenções da era industrial, tornou-se uma preocupação o uso racional da energia elétrica. As novas construções industriais e habitacionais, fizeram com que as engenharias como um todo, se expandissem, em especial as que atuam na área de construções (militar e a civil). Logo, a engenharia elétrica também evoluiu no desenvolvimento de novos equipamentos e suas instalações.

Mas como fornecer energia elétrica a estes equipamentos? Seria necessário instalações elétricas apropriadas que oferecessem eletricidade para essas máquinas e equipamentos, tornando-se evidente a preocupação com a segurança dos usuários de eletricidade, tanto para ambientes industriais como residenciais.

Inúmeros conceitos para instalação elétrica podemos encontrar, entre eles segundo a PIRELLI (1985) como sendo o conjunto de componentes elétricos associados e com características coordenadas entre si, reunidos para uma finalidade determinada.

Sendo assim, de acordo com SEIP (1978), as instalações elétricas possibilitam o uso da eletricidade nos mais variados setores em que o homem atua, sendo a energia mais consumida na área residencial, exigindo então um sistema elétrico de alimentação com qualidade e segurança.

No entanto, estas instalações elétricas só terão qualidade e segurança se forem concebidas através de projetos elétricos capazes de oferecer estes requisitos básicos e importantes.

PEREIRA (1996) define basicamente um projeto como sendo um conjunto de atividades precedentes à execução de um produto, sistema, processo ou serviço, e que projetar algo qualquer é estabelecer um conjunto de procedimentos e especificações que, se postos em prática, resultarão em algo concreto ou um conjunto de informações.

De acordo com COTRIM (1978), projetar um sistema elétrico para qualquer prédio ou área externa consiste, basicamente, em dispor os condutores e equipamentos de modo a proporcionar, segura e efetivamente, a transferência de energia elétrica desde uma fonte até lâmpadas, motores e outros equipamentos que funcionem com eletricidade.

Da mesma forma, LIMA FILHO (1998) diz que basicamente o objetivo de um projeto de instalações elétricas é garantir a transferência de energia desde uma fonte geradora, em geral a rede de distribuição ou geradores particulares, até os pontos de utilização (pontos de luz, tomadas, motores, entre outros).

Um projeto elétrico é, segundo LIMA FILHO (1998), uma consequência de um planejamento e de um estudo preliminar, realizado por um ou mais profissionais habilitados (projetistas), juntamente com os demais atores envolvidos: o cliente e entidades normatizadoras, visando o tornar dinâmico e proporcionando inúmeras possibilidades de soluções.

No entanto, esta inter-relação só será completa se forem envolvidos os demais atores participantes do conjunto dos projetos. Segundo SANTOS *et al* (1997), "...um processo só será dinâmico se existirem o envolvimento de especialistas de diversas áreas do conhecimento humano". Este envolvimento pode ser representado através da **FIGURA 2.1.** a seguir.

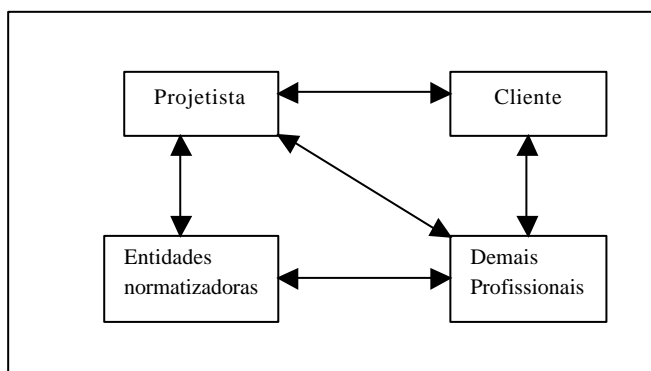


FIGURA 2.1. Inter-relação entre os atores envolvidos no desenvolvimento de um projeto

A importância então, de um projeto para uma instalação elétrica, é que teremos a garantia de um estudo específico anteriormente realizando, visando buscar uma otimização do sistema pretendido, e da existência de diagramas representando graficamente a localização da fonte fornecedora de energia, todos os circuitos alimentadores, eletrodutos, dispositivos de proteção, pontos de iluminação e tomadas.

Qualquer modificação que por ventura vier ocorrer, o novo projetista terá a sua disposição o raio X das instalações, uma vez ela ter sido projetada preliminarmente - PIRELLI (1992).

A aplicação destes diagramas ocorre principalmente na etapa de execução da obra, onde o profissional habilitado, requisitado para ser o instalador, terá a sua disposição a localização de todos dispositivos e equipamentos a serem instalados.

A grande ascensão de inovações tecnológicas em todas as áreas, principalmente em aparelhos de utilização para ambientes domésticos, justifica a importância de instalações elétricas apropriadas e seguras, resultado de um projeto elétrico elaborado de acordo com as normas técnicas específicas.

Segundo LIMA FILHO (1998), um projeto representa uma solução da engenharia para os diversos problemas da necessidade humana. Esta representação de solução através de uma metodologia para resolução de problemas, é melhor representada na **FIGURA 2.2** a seguir.

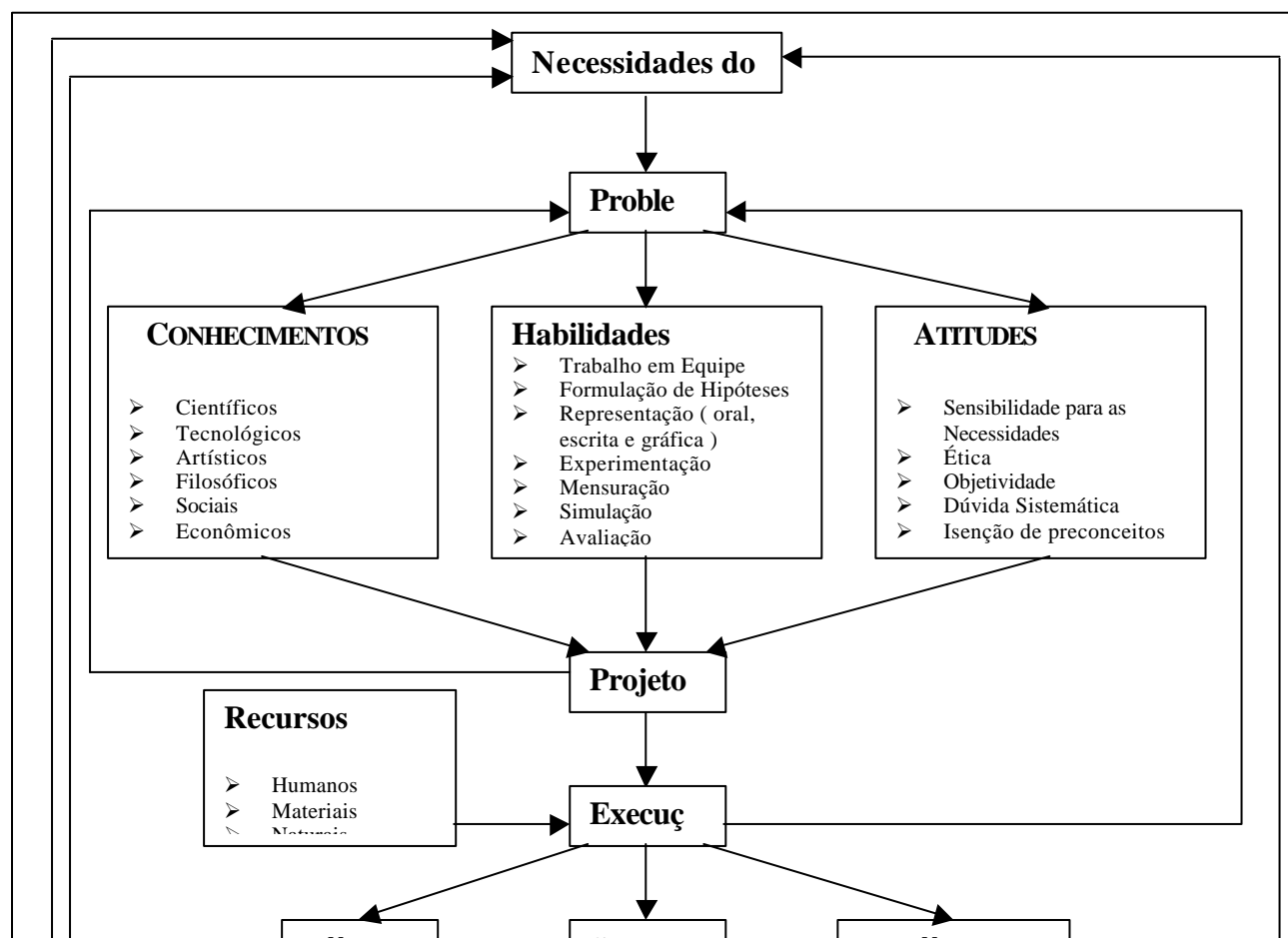


FIGURA 2.2. Projeto como solução de problemas de Engenharia -LIMA FILHO (1998)

2.2. CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO

Um projeto elétrico deverá ser desenvolvido por um profissional devidamente habilitado (técnico ou engenheiro), respeitando um Código de Ética Profissional, publicado pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CONFEA e pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA .

O projeto terá um registro respectivo no CREA da região de atuação do profissional, através de um documento de responsabilidade, chamado Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, a qual descreve o objeto do projeto e também todas as responsabilidades técnicas as quais o profissional estará respondendo.

Para isto, o profissional além de estar devidamente credenciado junto ao CREA, deverá ter conhecimento de todas as normas específicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT referente a instalações elétricas, além das normas elaboradas pela concessionária que fornece energia na região da execução do projeto.

A norma que trata especificamente as instalações elétricas em baixa tensão é a NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Também existem outras normas que tratam de materiais para instalações elétricas.

Além desta norma citada, outras deverão ser seguidas. São aquelas elaboradas pela concessionária que atenderá o consumidor. Embora elas tenham sido elaboradas a partir da NBR 5410, alguns detalhes são diferentes de região para região, e reserva o direito à empresa fornecedora de não atender este consumidor, caso as instalações não estejam dentro dos seus padrões estabelecidos.

Consultas a arquivos de projetos de outras instalações são importantes, uma vez que o profissional poderá aproveitar soluções anteriormente tomadas, para problemas que por ventura estejam em evidência.

Conforme relatado anteriormente por SANTOS *et al* (1997), o envolvimento dos demais profissionais tornará o desenvolvimento do projeto mais dinâmico, uma vez que o projetista terá o auxílio de outros profissionais responsáveis pelos demais projetos pertencentes ao conjunto da obra, como o arquitetônico, estrutural, hidráulico, entre outros.

Em um projeto de instalações elétricas, o projetista deverá estar atento aos seguintes critérios: **Acessibilidade, Flexibilidade e Reserva de Carga**, e finalmente, **Confiabilidade** - LIMA FILHO (1998). Além destes, o projetista deverá prever futuras modificações e aumentos de carga para esta instalação. Estes dados serão levantados junto ao proprietário e demais atores envolvidos nos projetos.

2.3. ETAPAS NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO ELÉTRICO

Segundo PEREIRA (1996) algumas informações deverão ser pesquisadas para a elaboração de um projeto, constituindo basicamente em duas: **gerais e específicas**. As informações gerais são aquelas de domínio de todos, não sendo necessariamente exclusiva ao profissional. As informações específicas são aquelas referentes a assuntos técnicos, ficando sob responsabilidade do projetista.

Um projetista ao iniciar os estudos para a elaboração de um projeto elétrico, deverá antes de mais nada, se reunir com os demais atores envolvidos, inclusive o proprietário, para que dúvidas comuns sejam esclarecidas e solucionadas.

Um estudo preliminar do perfil do proprietário, como poder econômico, tipo de construção, entre outros, são importantes para que o projetista defina que grau de sofisticação nas instalações elétricas poderá utilizar.

Desta forma, LIMA FILHO (1998) cita algumas etapas que deverão ser levantadas:

- Informações preliminares
- Quantificação do sistema
- Determinação do Padrão de atendimento
- Desenho de Plantas
- Dimensionamentos

- Quadros de distribuição e diagramas
- Elaboração dos detalhes construtivos
- Memorial descritivo e memorial de cálculo
- Elaboração das especificações técnicas
- Análise e aprovação pela concessionária

2.3.1. INFORMAÇÕES PRELIMINARES

Esta etapa preliminar será realizada em conjunto com os demais profissionais envolvidos e também com o proprietário da obra. O profissional terá disponível todas as plantas da edificação.

Muito importante nesta etapa, que sejam discutidas todas às exigências por parte do proprietário em relação a instalação de equipamentos e sistemas elétricos, pois poderão estar em desacordo com a norma que regulamenta às instalações elétricas.

2.3.2. QUANTIFICAÇÃO DO SISTEMA

Nesta etapa o projetista iniciará a previsão de cargas (iluminação, tomadas, chuveiros, demais aparelhos). As normas técnicas deverão ser aplicadas para que não ocorra um super ou sub-dimensionamento das instalações.

2.3.3. DETERMINAÇÃO DO PADRÃO DE ATENDIMENTO

A partir da distribuição de cargas nos circuitos, pode-se iniciar o dimensionamento da alimentação, bem como a determinação da demanda. Servirá de apoio para a determinação da classe de atendimento definida pela concessionária.

2.3.4. DESENHO DE PLANTAS

NESTA ETAPA FAZ-SE A PLOTAGEM DE TODOS OS PONTOS A SEREM ATENDIDOS, CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO, TUBULAÇÕES, TRAÇADO DA FIAÇÃO, DETALHES DE ATENDIMENTO,

DETALHES CONSTRUTIVOS EXIGIDOS PELA CONCESSIONÁRIA E NORMA ESPECÍFICA.

2.3.5. DIMENSIONAMENTOS

Faz-se aqui o dimensionamento de condutores, eletrodutos, dispositivos de proteção, quantidades de centro de distribuição, entre outros. As tabelas de dimensionamentos da norma técnica NBR 5410 – Instalações em Baixa tensão, bem como as normas da concessionária local são utilizadas nesta etapa.

2.3.6. QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E DIAGRAMAS

O QUADRO DE CARGAS INFORMARÁ TODAS AS CARGAS INSTALADAS, POTÊNCIA, TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO, NÚMERO DO CIRCUITO CORRESPONDENTE, SEÇÃO DO CONDUTOR DE ALIMENTAÇÃO, DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO E O CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO. ESTE QUADRO É EXPRESSO EM FORMA DE UMA TABELA PERTENCENTE AO CONJUNTO DE PLANTAS DA INSTALAÇÃO E TAMBÉM NO MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO.

2.3.7. ELABORAÇÃO DOS DETALHES CONSTRUTIVOS

Estes detalhes são importantes, uma vez que o eletricitista instalador terá a disposição os detalhes construtivos dos equipamentos e dispositivos a serem instalados. Alguns são obrigatórios pela norma da concessionária local. Outros ficarão a critério do projetista, o qual, de acordo com sofisticação do projeto, poderá inserir ou não estes detalhes.

2.3.8. MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO

O memorial descritivo é um resumo escrito de todo o projeto. Nele constarão todos os dados referentes ao proprietário, projetista, obra, as etapas, os cálculos realizados, dimensionamentos, especificações técnicas dos materiais empregados, lista de materiais e o quadro de cargas correspondente ao projeto. Nele serão justificadas as decisões tomadas pelo projetista.

2.3.9. ANÁLISE E APROVAÇÃO PELA CONCESSIONÁRIA

Quando o projeto necessitar aprovação da concessionária, deverá ser analisado preliminarmente por ela, preferencialmente em vários encontros, de maneira que quando o projeto for definitivamente para a aprovação, não necessitará de correções, agilizando todo o processo.

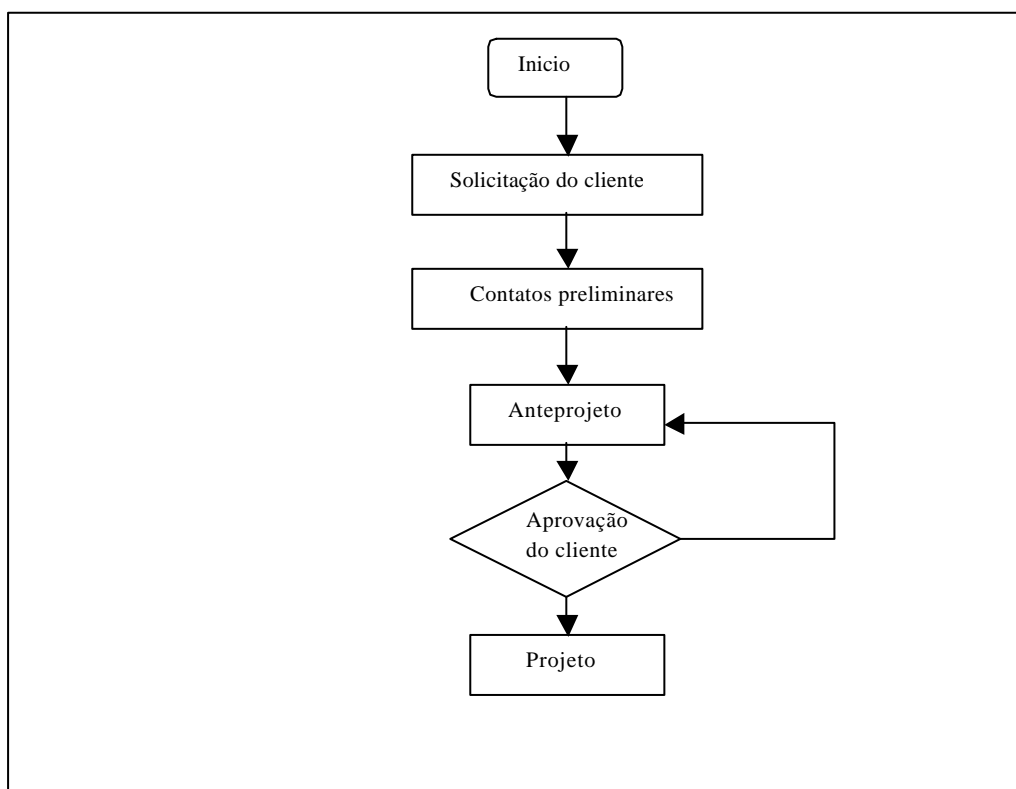
COTRIM (1978) afirma que um projeto elétrico consiste basicamente em três etapas básicas:

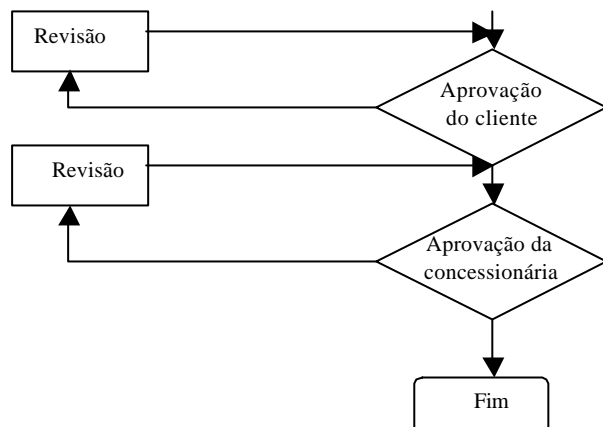
- Selecionar os conceitos básicos de instalações elétricas e configurações;
- Implementar os circuitos planejados com condutores, aparelhos, etc.;
- Considerar a colocação do sistema elétrico global.

No entanto, estas etapas deverão estar inter-relacionadas implicando em que, qualquer alteração em uma delas, afetará as demais.

No tocante a especificação de materiais, constituem um fator determinante no desempenho de uma instalação elétrica. Estes materiais especificados inadequadamente, poderão acarretar sérios riscos à instalação, bem como comprometê-la sob o ponto de vista de confiabilidade e prejuízos de ordem financeira - MAMEDE FILHO (1995).

LIMA FILHO (1998) diz que o projeto dentre suas etapas, é o resultado de um estudo preliminar feito pelo projetista com base nas solicitações gerais do cliente e das condições locais, sendo representado através do fluxograma expresso na **FIGURA 2.3.** a seguir.





Em **Figura 2.3. Fluxograma de aprovação de um projeto** (IEMA FILHO (1998)) projetistas e cliente.

2.4. NORMALIZAÇÃO

No Brasil a entidade que é responsável pela Normalização é a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, fundada em 1940 para fornecer a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro, sendo uma entidade privada e sem fins lucrativos, reconhecida como Foro Nacional de Normalização. A ABNT é a representante no Brasil das entidades de normalização internacional como a *International Standard Organization* – ISO e a *International Electrotechnical Commission* - IEC.

A ABNT é formada por inúmeros comitês em diversas áreas envolvendo especialistas respeitados em todo o Brasil e o Mundo.

Seus principais objetivos são: ABNT (1998).

- Promover a elaboração de normas técnicas e fomentar seu uso nos campos científico, técnico, industrial, comercial, agrícola, de serviços e correlatos, mantendo-as atualizadas, apoiando-se, para tanto, na melhor experiência técnica e em trabalhos de laboratório;
- Incentivar e promover a participação das comunidades técnicas na pesquisa, no desenvolvimento e difusão da normalização do país;
- Representar o Brasil nas entidades internacionais de normalização técnica e delas participar;
- Colaborar com organizações similares estrangeiras, intercambiando normas e informações técnicas;
- Conceder, diretamente ou por meio de terceiros, Marca de Conformidade e outros certificados referentes à adoção setorial vigente;

- Prestar serviços no campo da normalização técnica;
- Intermediar, junto aos poderes públicos, os interesses da sociedade civil no tocante aos assuntos de normalização técnica.

Todas as normas técnicas elaboradas pela ABNT, são registradas no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

No caso de eletricidade, a elaboração das normas estão a cargo do Comitê Brasileiro de Eletricidade – COBEI, sendo um dos que compõe a ABNT.

A norma que rege as instalações elétricas em baixa tensão é a NBR 5410, sendo que sua última edição foi em 1997. Existem outras normas que atuam em conjunto com a NBR 5410, referentes aos condutores e demais materiais e equipamentos elétricos incluindo sua forma de instalação. Algumas delas estão relacionadas na TABELA 2.1. a seguir.

TABELA 2.1 - Relação de normas que atuam em conjunto com a NBR 5410

Norma	Descrição
NBR 5111	Fios de cobre nu de seção circular para fins elétricos - Especificação
NBR 5368	Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos - Especificação
NBR 5176	Segurança de aparelhos eletrônicos e aparelhos associados para uso domésticos ou geral ligados a um sistema elétrico - Procedimento
NBR 5413	Iluminância de interiores - Especificação
NBR 5419	Proteção contra descargas atmosféricas - Procedimento
NBR 5473	Instalação elétrica predial - Terminologia
NBR 5444	Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
NBR 5361	Disjuntor de baixa tensão
NBR 5461	Iluminação
NBR 5597	Eletroduto rígido de aço carbono com revestimento protetor, com rosca ANSI - Especificação
NBR 5598	Eletroduto rígido de aço-carbono com revestimento protetor, com rosca NBR 6414 - Especificação
NBR 5624	Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca NBR 8133 - Especificação
NBR 6150	Eletrodutos de PVC rígido - Especificação
NBR 6251	Construção de cabos de potência com isolamento sólida extrudada para tensões de 1 a 35 kV - Padronização
NBR 6252	Condutores de alumínio para cabos isolados - Padronização
NBR 6808	Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Especificação
NBR 6812	Fios e cabos elétricos - Queima vertical (fogueira) - método de ensaio
NBR 6880	Condutores de cobre para cabos isolados - Padronização
NBR 7094	Motores de indução - Especificação
NBR 7285	Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de polietileno termofixo para tensões até 0,6 kV sem cobertura - Especificação
NBR 9122	Dispositivos fusíveis de baixa tensão para uso doméstico - Especificação
NBR 9313	Conectores para cabos de potência isolados para tensões até 35 kV - condutores de cobre ou alumínio - Especificação
NBR 9326	Conectores para cabos de potência - Ensaios de ciclos térmicos e curto-circuitos - Método de ensaio

TABELA 2.1 - Relação de normas que atuam em conjunto com a NBR 5410-continuação

NBR 9513	Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750 V
IEC 614	<i>Specification for conduits for electrical Installations</i>

O objetivo principal da NBR 5410 é fixar condições de garantias do funcionamento adequado das instalações, a segurança das pessoas e animais domésticos que utilizam estas instalações e a conservação dos bens.

Podemos relacionar algumas aplicações básicas da NBR 5410 : ABNT (1997)

- Instalações elétricas alimentadas sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 Volts em corrente alternada, com frequência inferior a 10 kHz , ou a 1500 Volts em corrente contínua;
- Em instalações elétricas de prédios residenciais, comerciais, de uso público, industriais, agropecuário e hortigranjeiros, prédios pré-fabricados, reboques e locais de acampamento , canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias;
- Em instalações novas e reformas;

A NBR 5410 relaciona algumas prescrições fundamentais a fim de garantir o cumprimento do objetivo principal da mesma: ABNT (1997)

- Proteção contra choques elétricos:
 - ✓ Proteção contra contatos diretos;
 - ✓ Proteção contra contatos indiretos.
- Proteção contra efeitos térmicos;
- Proteção contra sobrecorrentes;
- Proteção contra sobretensões;
- Seccionamento e comando;
- Independência da instalação elétrica;
- Acessibilidade dos componentes;
- Condições de alimentação;
- Condições de instalação.

2.4.1. PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO POR CONTATOS INDIRETOS

Entende-se por contato indireto aquele em que o usuário toca na parte metálica de um equipamento qualquer, e este, por qualquer motivo que não o intencional, esteja energizado causando assim um choque elétrico.

Para proteger o usuário contra este tipo de choque elétrico, adota-se um sistema de aterramento utilizando um condutor de proteção, com aterramento exclusivo, afim de geral equiipontencialidade na suas partes metálicas, e se por ventura houver uma falha no isolamento dos condutores que alimentam o equipamento, atuará a proteção contra curto-circuito, eliminando assim o risco de um choque elétrico.

2.4.2. PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO POR CONTATO DIRETO

Entende-se por contato direto, aquele em que o usuário toca acidentalmente na parte viva dos condutores de alimentação, causando então o choque elétrico.

Para a proteção contra este tipo de choque elétrico, adota-se a utilização de Disjuntores de Corrente Diferencial Residual – DR, o qual atua quando houver uma corrente de fuga no circuito alimentador. Este dispositivo será melhor detalhado no item 2.7.

2.4.3. PROTEÇÃO CONTRA EFEITOS TÉRMICOS

Toda instalação elétrica deverá estar disposta de maneira a excluir o risco de incêndio de materiais inflamáveis devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos - NBR 5410 (1997).

2.4.4. PROTEÇÃO CONTRA CORRENTES DE SOBRECARGA

Este tipo de proteção atuará no caso em que um condutor estiver conduzindo uma corrente maior que a sua capacidade, o que poderá ocasionar aquecimento e comprometerá o próprio circuito, bem como os demais que estão no interior de um eletroduto. Adota-se a proteção através de disjuntores termomagnéticos (atuando o dispositivo bimetálico, o qual está intimamente ligado com a temperatura do circuito alimentador) ou através de fusíveis.

2.4.5. PROTEÇÃO CONTRA CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO

Todo e qualquer circuito deverá estar protegido contra curto-circuito entre os condutores que o compõe. Um curto-circuito além de gerar queda de tensão na alimentação geral da instalação,

faz com que haja um aquecimento exagerado e instantâneo dos condutores, e consequentemente, risco de incêndio no interior de um eletroduto ou mesmo quando o condutor estiver exposto.

Adota-se então a proteção através de disjuntores termomagnéticos (atuando a parte magnética do mecanismo de desarme) ou através de fusíveis.

2.4.6. PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

Estas sobretensões podem ser originárias de um aumento intencional ou não da tensão no primário de um transformador de distribuição pela concessionária, consequentemente um aumento proporcional na tensão nos terminais do secundário (baixa tensão).

Outra forma de surgir sobretensões é por efeitos atmosféricos, onde uma descarga elétrica ao atingir uma rede de alta ou baixa tensão, poderá ocasionar surtos de tensão, inclusive alterando a frequência da rede de distribuição.

Adota-se para proteção contra estes efeitos, relês de sobretensão ou dispositivos protetores contra descargas atmosféricas (pára-raios eletrônico) além de um sistema de aterramento, instalados na entrada da alimentação deste consumidor.

2.5. EXECUÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

Esta etapa de uma construção elétrica é muito importante, uma vez que todo planejamento realizado anteriormente será efetivamente posto em prática. No entanto, torna-se indispensável um entrosamento entre *projetista, instalador e proprietário*.

Sendo o projeto elaborado de acordo com as normas técnicas, utilizando simbologias adequadas, deverá o eletricitista instalador ter conhecimento dos símbolos gráficos utilizados – NBR 5444, embora muitas vezes sejam utilizados símbolos diferentes daqueles padronizados e estejam especificados na legenda do projeto, causando para ao instalador, situações de desconforto e possibilidade de interpretação errada do projeto.

Para amenizar este problema, apontam-se algumas possibilidades para a solução:

- O projetista deverá respeitar a norma de símbolos gráficos para elaboração de projetos;
- Acompanhamento por parte do projetista durante a execução do projeto;
- Inserir em planta detalhes de montagem dos equipamentos e dispositivos; e

- No decorrer da elaboração do projeto, haver inter-relacionamento entre o projetista e o eletricitista instalador;

Na maioria das obras residenciais, o proprietário acompanha os serviços ao longo de sua execução realizando algumas alterações no projeto juntamente com o eletricitista instalador.

Mas estas alterações além de modificarem o projeto inicial, poderão onerar o custo da obra, o que poderia ser evitado se elas fossem ainda na fase de concepção do projeto.

Este problema é freqüente em quase todas as obras, pois surge a mudança da posição de uma tomada ou de um ponto de luz. As vezes o próprio eletricitista instalador faz estas modificações sem comunicar o projetista, e quando o faz, não as registra em planta, alterando o esquema original.

Os problemas ocorrerão mais tarde, caso ocorram algumas alterações na parte civil desta construção, ou ainda à instalação de novos equipamentos ou dispositivos, pois não haverá concordância entre o projeto e à instalação.

Não existirá a certeza da localização dos eletrodutos e circuitos, nem tampouco a identificação dos dispositivos de proteção, podendo inclusive resultar em acidentes, tanto na utilização como em etapas de reparos, uma vez que todos os eletrodutos e circuitos estão invisíveis ao usuário.

A escolha do material a ser especificado é muito importante, pois para uma mesma especificação existem materiais de várias qualidades. A compra destes materiais geralmente fica a cargo do proprietário ou do eletricitista instalador. Uma consulta ao projetista evitará a aquisição de produtos de má qualidade e sem segurança.

A elaboração do projeto, a escolha dos materiais que serão utilizados e a execução da obra, colaboram para um perfeito uso racional de energia elétrica, contribuindo também para a sua conservação e otimização do uso.

Alguns proprietários não levam em consideração a qualidade do produto a ser comprado, e sim o custo deste material. O próprio vendedor indica outros produtos e não os especificados na lista de material. A alegação do proprietário é que o orçamento está além do previsto, a parte civil possui o custo maior, etc.

Segundo ANDRADE (1996), o custo da rede elétrica em uma residência é de 4,64 US\$ / m² , sendo que todos os custos dos serviços é de 151,13 US\$ / m². Portanto, conclui-se que o custo da rede elétrica é de aproximadamente 3,07 % do custo total da obra.

O proprietário gasta muito dinheiro com detalhes arquitetônicos e deixa de lado uma das partes mais importante: **a segurança das instalações elétricas**. Se na execução do projeto não

forem então utilizados materiais elétricos padronizados e de boa qualidade, fatalmente a instalação será comprometida e não oferecerá ao usuário a segurança necessária.

Em relação a segurança do eletricitista instalador, o proprietário deverá exigir que o mesmo utilize os equipamentos de proteção individual – EPI's e que na falta deles que o próprio proprietário os forneça.

A responsabilidade de um acidente ocorrido na obra, poderá ser do proprietário dependendo do tipo de contrato de prestação de serviço que for assinado entre as partes.

Mas independente da responsabilidade por qualquer acidente, deverá existir uma conscientização dos atores envolvidos, pois além de expor a própria saúde dos envolvidos, complicará o andamento da obra, gerando atrasos não previstos.

2.6. UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A utilização das instalações elétricas ficará a cargo do proprietário, que geralmente, não possui o mínimo conhecimento do funcionamento da mesma. Ligar e desligar um equipamento ou um eletrodoméstico é muito fácil: é só acionar uma chave ou um interruptor. Mas se ocorrer uma defeito qualquer no circuito alimentador? O que fazer?

Todas as normas de segurança determinam que os serviços de manutenção de instalações elétricas deverão ser efetuados por uma pessoa ou um profissional habilitado. Mas muitas vezes, os problemas ocorrem em horários críticos e a solução é tão simples que independe de um conhecimento aprofundado de eletricidade, como a substituição de uma lâmpada, a manutenção de um chuveiro, uma tomada, o rearme de um dispositivo de proteção, etc.

Bastaria o proprietário possuir o esquema de funcionamento com uma linguagem apropriada e adequada com condições de interpretação. Estaria evidente o circuito alimentador o qual seria interrompido para a realização do serviço, ou mesmo reativar a proteção do circuito, caso ela tenha sido acionada.

Isto não ocorre, pois os projetos elétricos, especialmente os residenciais, não trazem detalhes específicos de instalação dos equipamentos, como a ligação de um ponto de luz até mesmo de um chuveiro.

A necessidade de um manual de operação das instalações juntamente com um projeto detalhado, resolveria este problema e tornaria a operação e utilização das instalações mais eficientes.

Toda instalação deve ter um centro de distribuição – CD, o qual é responsável pela distribuição de todos os circuitos, bem como abrigar os dispositivos de proteção. É nele que deverá estar localizado os diagramas de funcionamento de toda a instalação.

A inexistência destes recursos nas instalações implantadas pelo país, resultam em um crescente número de acidentes envolvendo profissionais e usuários de eletricidade. Tudo isto porque não nos preocupamos com segurança.

De acordo com a NBR 5410 (1997), toda manutenção deverá estimar a frequência e a qualidade de manutenção da instalação, tendo em conta a durabilidade prevista, desde que:

- A manutenção seja realizada de maneira fácil e segura;
- A eficácia das medidas de proteção para segurança esteja garantida; e
- A confiabilidade dos componentes que permitem o funcionamento da instalação seja apropriada à durabilidade prevista.

2.7. SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Toda instalação elétrica deverá ser projetada baseada em normas de segurança. Como já citado, no Brasil a NBR 5410 é que rege as instalações elétricas em baixa tensão.

No entanto, algumas instalações não apresentam segurança, tanto para o usuário em se tratando de choques elétricos direto ou indiretamente, como para os próprios equipamentos e fiação nela pertencentes.

Toda instalação elétrica deverá ter sido projetada prevendo um sistema de aterramento para proteção contra contatos indiretos. Entende-se por contato indireto aquele em que o usuário toca a parte metálica do equipamento, a qual está energizada acidentalmente através de uma falha na isolamento interna ou o rompimento da camada isolante.

Muito comum em equipamentos que utilizem motores elétricos, o qual é composto por bobinas de fios de cobre ou alumínio, protegidos por uma camada de verniz isolante. Com o passar do tempo, e devido principalmente ao aquecimento, ocorre uma falha na isolamento deste condutor que passará a ter um contato direto com a carcaça metálica do motor. Como este está em contato direto com as partes metálicas do equipamento, surgirá uma tensão elétrica entre este e o referencial neutro (terra), que fatalmente causará um choque elétrico ao usuário.

Em equipamentos de aquecimento, no caso chuveiros, é muito comum existir uma tensão elétrica entre a carcaça metálica do aparelho e o referencial neutro (terra). Poderá ainda ocorrer uma falha no isolamento interno do aparelho, ou a própria água como está em contato direto com a resistência do chuveiro, se ionizar conduzindo energia elétrica para a parte metálica do aparelho.

Segundo KINDERMANN (1995) em habitações, o chuveiro é o equipamento de maior risco, pois o choque elétrico ocorre no corpo humano com a pele na condição molhada, a qual diminui a resistência de contato, resultando em um choque elétrico violento e com possibilidade de ser fatal.

NISKIER (1996) afirma que não se pode evitar que ocorra uma fuga natural de corrente para terra, apesar do isolamento da instalação.

A NBR 5410 então, recomenda a utilização de interruptores de corrente de fuga, os quais protegem os usuários contra choques elétricos, direto ou indiretamente e também contra incêndios provocados por falhas de isolamento dos condutores e equipamentos.

Estes interruptores são conhecidos como Dispositivo de Proteção à Corrente Diferencial Residual (DR), os quais são instalados junto ao Centro de Distribuição dos circuitos (CD), atuando sempre que houver uma fuga de corrente maior que a estabelecida.

Segundo a NBR 5410 (1997), os DR's deverão possuir sensibilidade para atuação para correntes de fuga menor ou igual a 30 mA para instalações elétricas residenciais.

O dispositivo DR detecta a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito total ou um trecho de circuito, interrompendo a alimentação se esta soma fasorial ultrapassar um valor pré-estabelecido - COTRIM (1992).

Para a utilização de um DR, deverão ser envolvidos todos os condutores fases de um circuito, bem como o condutor neutro. O condutor de proteção deverá ser externo ao circuito que é monitorado por este dispositivo.

Um dispositivo de interrupção por corrente de fuga divide-se basicamente em dois tipos:

- Interruptor DR: destinado apenas a proteção por corrente de fuga; e
- Disjuntor DR: além de atuar por uma corrente de fuga, protege o circuito também por sobrecarga.

Sendo um dispositivo de proteção contra choques elétricos o seu uso deveria ser obrigatório e exigido também pela concessionária que fornece a energia elétrica. Mas no entanto, devido ao seu alto custo em relação com os demais da obra, principalmente para habitações de populações de média e baixa renda, esta **recomendação** da NBR 5410 é ignorada pelos projetistas e principalmente pelo proprietário.

Maiores detalhes de funcionamento e instalação dos dispositivos de proteção contra contatos diretos a partes vivas da instalação, Disjuntor por corrente residual - DR, poderão ser encontrados nas bibliografias citadas neste trabalho, sendo que o não aprofundamento do assunto não ser objetivo principal deste trabalho.

Outros dispositivos de proteção como os disjuntores termomagnéticos mal dimensionados, de má qualidade, com muito tempo de uso e inexistência de manutenção, impedem uma proteção eficiente aos condutores, caso ocorra um curto-circuito, comprometendo fatalmente toda a instalação.

De acordo com a NBR 5410, toda instalação deverá possuir um dispositivo de proteção contra curto-circuito e sobrecarga. Esta proteção poderá ser através de disjuntores termomagnéticos ou através de fusíveis.

Um condutor de proteção deverá ser utilizado em todas as instalações elétricas, sendo ele independente dos demais condutores, inclusive o condutor neutro pertencente ao circuito alimentador. Deverão ser utilizados uma ou mais hastes de aterramento exclusivamente para este sistema de proteção utilizando um condutor de aterramento, de forma que esteja disponível em todas as tomadas e pontos que utilizem energia elétrica.

Sistemas de aterramento através do próprio condutor neutro não são admitidas, uma vez que este condutor faz parte do sistema de alimentação e não garante uma proteção suficiente ao usuário, e também é condenado pelas concessionárias e normas. Recomenda-se não aterrar o equipamento em vez de utilizar este sistema.

No entanto, no Brasil, quase que a totalidade dos eletrodomésticos não utilizam plugues de três pinos (2P+T - fase, neutro e proteção), comprometendo a segurança do usuário. Embora nas tomadas pode ser disponibilizado o condutor de proteção, o próprio cabo alimentador do aparelho não possui este condutor, devendo ser modificado para isso.

Apesar da NBR 5410 recomendar a utilização deste condutor de proteção, poucos projetistas o especificam em projetos e muito menos o proprietário solicita, já que os aparelhos não estão adaptados para a utilização destas tomadas de 3 pinos.

Alguns aparelhos como geladeiras, máquina de lavar roupas, *freezer*, entre outros, dispõem do condutor de proteção. Mas não no cabo alimentador, e sim na carcaça metálica, o

que dificulta a instalação, pois deverá ser ligado externamente ao cabo alimentador inviabilizando a remoção do aparelho, ou substituir o cabo existente juntamente com o plugue por um outro conjunto que possibilite o uso do condutor de proteção.

2.8. INTRODUÇÃO DA ERGONOMIA NAS DIVERSAS ETAPAS NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

A Ergonomia é uma área de pesquisa modesta, a qual não tem como objetivo descrever as evoluções globais do mundo do trabalho, mas sim de conceber ou melhorar situações específicas.

No entanto, é uma disciplina muito ambiciosa, porque o pesquisador desenvolve novos instrumentos, teóricos e práticos, que permitem conceber e modificar as condições de trabalho.

Segundo IIDA (1990), a Ergonomia pode ser definida como sendo o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamentos e ambientes, e particularmente com sendo uma aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia para solucionar os diversos e inúmeros problemas referentes a este inter-relacionamento.

O surgimento da Ergonomia se deu a partir da Segunda guerra mundial, quando percebeu-se uma preocupação com a solução de problemas originários da operação de equipamentos militares complexos.

Na década de 50 criou-se na Inglaterra a primeira associação que tratava de Ergonomia, a *Ergonomics Research Society*, sendo que primeiramente expandiu-se na Europa, e posteriormente para os demais continentes.

Um dos objetivos da Ergonomia é buscar segurança, satisfação e bem-estar dos trabalhadores, mesmo implicando em mudanças complexas em sistemas de produção ou em instalações. No entanto, a eficiência destes sistemas e das instalações, virão como consequência deste processo - IIDA (1990).

SANTOS *et al* (1997) afirma que "...os objetivos da Ergonomia é melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho".

A Ergonomia difere de outras áreas do conhecimento pelo seu caráter interdisciplinar e pela sua natureza aplicada.

IIDA (1990) classifica a Ergonomia de acordo com a sua contribuição:

- **Ergonomia de concepção:** aplica-se a Ergonomia durante a fase inicial do projeto, sendo mais eficiente. No entanto requer experiência e ensaios práticos através de situações hipotéticas de trabalho e de ambientes;
- **Ergonomia de correção:** é a mais utilizada para correções de situações já existentes visando melhorar às condições de trabalho que não estão de acordo com aspectos ergonômicos. No entanto, poderá resultar em gastos relativamente elevados;
- **Ergonomia de conscientização:** nem sempre os problemas são solucionados completamente, pois podem surgir outros decorrentes de mudanças internas na estrutura de produção ou sistema, resultado da correção anteriormente realizada. O importante então, é um monitoramento permanente através de uma análise das condições de trabalho. Para isso, é necessário uma conscientização do atores envolvidos através de cursos de reciclagem e treinamentos.

O homem, basicamente, se relaciona quotidianamente com máquinas, ambientes e instalações, formando um sistema. A Ergonomia então, visa estudar este sistema com o objetivo de o tornar mais eficiente e harmonioso.

A Ergonomia teve uma atuação histórica no desenvolvimento de projetos que compreende três fases importantes: IIDA (1990)

- **Ergonomia dos *Knobs* e mostradores:** Se deu apartir da II Guerra Mundial, onde a necessidade de desenvolver *Knobs* e mostradores fáceis de operar tornou-se evidente. No entanto, estes profissionais que aplicavam conhecimentos de Ergonomia, não faziam parte da equipe responsável pela concepção de produtos e projetos, mas apenas como consultores técnicos, quando de sua necessidade.
- **Ergonomia de Sistemas:** Ocorreu nas décadas de 50 e 60, onde houve um alargamento da visão sobre Ergonomia, de maneira que sua aplicação em desenvolvimentos de controles e mostradores seria infinitesimal. Elaborou-se o conceito de sistema **homem-máquina**. A Ergonomia evoluiu e começou a fazer parte no desenvolvimento de novos projetos de produtos.
- **Integração ao sistema produtivo:** A partir da década de 70 onde a Ergonomia passou a fazer parte do organograma das empresas, com ergonomistas integrados com as equipes de desenvolvimento de projetos, ampliando a visão de sistema.

Segundo IIDA (1990), o resultado da aplicação da Ergonomia em um sistema, será melhor quando for feita com antecedência nas diversas etapas de elaboração de um projeto.

No entender de SANTOS *et al* (1997), uma intervenção ergonômica na concepção de sistemas, responde basicamente, a duas exigências: **melhoria nas condições de trabalho e melhoria da eficácia econômica do sistema produtivo.**

Em relação a estas exigências, a Ergonomia se depara a assumir duas posições: SANTOS *et al* (1997)

- Criar um método de convergência entre as exigências dos critérios de saúde e produtividade;
- Quando não se têm uma convergência entre estes critérios, cabe a Ergonomia apontar as divergências fornecendo métodos de avaliação aplicáveis, com suas características e possíveis resultados.

De acordo com DUL *et al* (1995), para que um projeto possa ser considerado ergonômico, é necessário que um profissional da Ergonomia participe das diversas etapas do desenvolvimento do projeto, atendendo portanto, às prescrições ergonômicas aos usuários e consumidores.

A Ergonomia é aplicada na concepção de projetos de inúmeras áreas, com uma importância maior a industrial. No entanto, cada vez mais ouve-se falar em Ergonomia em Projetos, principalmente na área doméstica, onde grande parte dos produtos foram adaptados e desenvolvidos de acordo com características antropométricas do usuário.

IIDA (1990) afirma que a Ergonomia deve preocupar-se principalmente em estudar os sistemas: **homem-máquina** e **máquina-ambiente**. Desta forma, haverá uma necessidade primordial em pesquisar não somente a máquina e o ambiente a ser projetado, mas sim o homem com todas as suas características: **físicas e psicológicas**.

Para ambientes residenciais a Ergonomia é aplicada no desenvolvimento de novos produtos, que são ditos ergonômicos, pois oferecem condições físicas apropriadas aos usuários. Paralelo a isto, deixa-se de lado o estudo da interface de utilização destes produtos, como por exemplo, aparelhos eletro-eletrônicos e suas instalações.

Os manuais de utilização da grande maioria dos produtos, não são adaptados a uma linguagem acessível ao usuário, comprometendo sua utilização e eficácia.

Em relação às instalações elétricas de uma residência, não é diferente, uma vez que os dispositivos de comando, proteção e equipamentos de utilização são poucos conhecidos e explorados pelos usuários.

Se preocupando com a concepção e a utilização de produtos residenciais, com o desenvolvimento de projetos para o ambiente físico e os aparelhos a serem instalados, no entanto trabalhos Ergonômicos não aprofundam estudos nas áreas de importância como: **as instalações elétricas**, a qual é responsável pelo funcionamento de todo o sistema: **usuário-equipamentos-ambiente**.

2.9. CONCLUSÃO

Neste capítulo procurou-se explorar em uma revisão bibliográfica as etapas de desenvolvimento de projetos elétricos, desde sua definição até sua implantação. Também se estudou uma sucinta atuação da Ergonomia no desenvolvimento de projetos. Nota-se que existem inúmeras literaturas disponíveis que abordam a utilização da Ergonomia na concepção de projetos.

Todavia, especificamente para a concepção de projetos elétricos residenciais, atualmente poucas pesquisas foram realizadas, dificultando a obtenção de referências bibliográficas a respeito, embora alguns trabalhos de diversas áreas de atuação da Ergonomia fazem referências às instalações elétricas dos ambientes no que diz respeito a sua adaptação e padronização nos aspectos de segurança.

No próximo capítulo, serão abordadas os procedimentos metodológicos, incluindo a definição do problema e as limitações impostas para o desenvolvimento do Caderno de Encargos e da Lista de Verificação para a elaboração de projetos elétricos residenciais.

CAPÍTULO 3 - CADERNO DE ENCARGOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS

3.1. INTRODUÇÃO

O capítulo a ser tratado a seguir elaborará um Caderno de Encargos e uma Lista de Verificação para auxílio no desenvolvimento de projetos elétricos residenciais.

A função deste caderno de encargos é especificar todos os detalhes que muitas vezes às normas técnicas não tratam e nem os projetistas levam em consideração, trazendo consequentemente resultados insatisfatórios aos eletricitistas e aos usuários.

A Lista de Verificação como uma ferramenta ergonômica, auxiliará o projetistas em todas as etapas do desenvolvimento do projeto.

3.2. CADERNO DE ENCARGOS

Em uma Análise Ergonômica do Trabalho, o Caderno de Encargos de Recomendações Ergonômicas é o fruto de uma análise detalhada da demanda, tarefa e atividade, de um diagnóstico apontando um provável desequilíbrio de um sistema **homem-tarefa**, sendo elaborado a partir de normas e especificações publicadas.

No entanto, diferentemente de uma Análise Ergonômica de uma Situação de Trabalho qualquer, esta pesquisa parte em conjunto com uma revisão bibliográfica sobre a concepção de projetos elétricos, para a elaboração de um Caderno de Encargos e consequentemente uma Lista de Verificação.

3.2.1. ILUMINAÇÃO

Os sistemas de iluminação projetados para ambientes residenciais são basicamente formados pela utilização de lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Por questões de aproveitamento do Fluxo Luminoso, adota-se a iluminação do tipo fluorescente para copas, cozinhas, copa-cozinha, áreas de serviço e salão de festas, pois este tipo de iluminação possui uma elevada eficiência luminosa compreendida entre 40 a 80 Lumens/Watts e sua vida útil em torno de 7500 a 12000 horas de operação. Já as lâmpadas incandescentes possuem uma eficiência luminosa média de 15 Lumens/Watts e vida útil entre 600 a 1000 horas de operação. Mamede Filho (1995)

Segundo NISKIER (1996), o Fluxo Luminoso é "... a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz capaz de produzir uma sensação de luminosidade através do estímulo da retina ocular", tendo como unidade de medida o Lumen. A Eficiência Luminosa de uma lâmpada qualquer é a relação entre o Fluxo Luminoso emitido por uma fonte luminosa qualquer e a potência elétrica em Watt (unidade de potência elétrica) consumida pela mesma, onde sua unidade de medida passa a ser Lumem/Watt.

Para dormitórios, suítes, salas, banheiros e despensas, utilizar iluminação incandescente. Em corredores e áreas externas, além da iluminação incandescente utilizam-se ainda lâmpadas fluorescentes compactas, pois estas são mais econômicas proporcionalmente.

Para os ambientes que necessitam de uma eficiência luminosa maior como por exemplo uma sala de estudos, a qual normalmente está conjugada a um dormitório, recomenda-se a utilização de lâmpada incandescente em luminária instalada no teto com potência compatível a área do ambiente, e para melhor concentração do Fluxo Luminoso, uma luminária portátil utilizando ainda lâmpada incandescente ou fluorescente convencional ou compacta.

Entende-se por luminária como sendo "... os aparelhos destinados à fixação das lâmpadas" - MAMEDE FILHO (1995).

Para o dimensionamento da densidade de carga (quantidade de potência por área do ambiente - Watts/m^2) para iluminação de ambientes residenciais, poderá ser utilizada a **TABELA 3.1**, a qual sugere valores médios de densidade de carga.

TABELA 3.1 - Densidade de Carga para Iluminação (Watts/m^2)

Iluminação Incandescente	Iluminação Fluorescente
20 W/m^2	8 W/m^2

Fonte: Adaptado do livro Projetos de Instalações Elétricas Prediais - LIMA FILHO (1998)

Como o objetivo de aplicação deste Caderno de Encargos é para auxiliar a elaboração de projetos elétricos de residências de pequeno e médio porte, adotam-se pontos de luz distribuídos uniformemente na área do ambiente em questão, e sua carga de iluminação atendendo as exigências luminotécnicas da Norma NBR 5413 - Iluminância de interiores - Especificação.

As lâmpadas incandescentes encontradas para comercialização, variam sua potência elétrica entre os valores de 25 a 250 Watts, sendo as mais usuais em ambientes residenciais as de 60 e 100 Watts, pois são mais baratas e fácil de se encontrar. As principais marcas encontradas no mercado brasileiro são, entre outras, Osram, Philips, General Electric e Sylvania.

O custo médio de uma lâmpada incandescente com dados nominais 100W/127V varia de R\$ 0,60 (sessenta centavos de reais) a R\$ 1,30 (um real e trinta centavos), sendo portanto, uma boa opção com um custo insignificante em relação as demais despesas de uma construção habitacional. No entanto, devido a sua vida útil ser pequena e sua eficiência luminosa ser baixa, para alguns ambientes poderão ser utilizadas lâmpadas fluorescentes universais ou compactas.

Entende-se por lâmpada fluorescente universal aquela que para o seu funcionamento necessita ser complementada por um reator externo. Já a lâmpada fluorescente compacta, possui o reator incorporado à lâmpada formando um conjunto único e seu tamanho é bem inferior a tradicional, limitando portanto sua potência. São indicadas para uma iluminação decorativa ou ambientes onde não necessita-se de uma eficiência luminosa de relevância.

Existem campanhas promovidas pelas concessionárias de energia para que os proprietários de residências adotem lâmpadas do tipo fluorescente a fim de racionalização de energia, pois no total haverá uma considerável economia, e conseqüentemente, um alívio a todo o sistema elétrico nacional.

Para as lâmpadas do tipo fluorescente universal, sua potência varia entre 15 a 110 Watts. As mais usuais para ambientes residenciais são as de 20 e 40 Watts. O custo médio para a instalação de uma luminária comum com uma lâmpada fluorescente universal de 20 Watts varia entre R\$ 8,50 (oito reais e cinquenta centavos) a R\$ 15,00 (quinze reais), e de uma luminária com uma lâmpada de 40 Watts variando entre R\$ 14,30 (quatorze reais e trinta centavos) a R\$ 28,00 (vinte e oito reais). Esta variação de preços se deve ao tipo de luminária utilizada, e o tipo de reator a ser instalado. O custo em questão compreende a luminária, lâmpada, suporte para a lâmpada e reator.

Já as lâmpadas fluorescentes compactas se tornaram uma boa opção para a utilização em ambientes onde não há necessidade de um grande fluxo luminoso, como por exemplo áreas externas e corredores. Estas lâmpadas são de fácil

instalação, pois basta apenas retirar a lâmpada incandescente sem inserir nenhum dispositivo ou acessório, e instalar o novo conjunto fluorescente compacta. Seu custo-benefício é excelente em se tratando de durabilidade, manutenção e consumo de energia. São encontradas com potências variando entre 7 a 30 Watts, dependendo do fabricante. O custo médio fica entre R\$ 10,00 (dez reais) a R\$ 40,0 (quarenta reais).

Para melhor esclarecimento sobre os tipos, funcionamento e formas de instalação sobre lâmpadas elétricas, poderão ser pesquisadas nas referências bibliográficas e bibliografias citadas nesta obra. O não aprofundamento da pesquisa sobre o funcionamento de lâmpadas elétricas se deve ao fato de não ser objetivo principal deste trabalho.

Em relação ao posicionamento dos interruptores, dispositivos que interrompem o fornecimento de energia aos pontos de luz, o projetista deverá posicioná-los de maneira que facilite o acesso e localização. Quando se tratar de ambientes que possuem portas, localizá-los junto as mesmas com uma distância de 15 cm da vista da porta.

O projetista deverá na medida do possível, especificar interruptores paralelos, que facilitam e otimizam o uso dos pontos de luz. Em alguns ambientes podem ser utilizados interruptores de presença, que automaticamente acionam o fornecimento de energia no ponto de luz do ambiente mediante a presença de uma pessoa. Este recurso, embora com um custo elevado, está se tornando cada vez mais popular, uma vez que se têm o acionamento automático do ponto de luz, resultando em conforto e racionalização de energia.

Para um melhor Projeto Luminotécnico, o projetista deverá atender as normas técnicas específicas e às solicitações do proprietário, o qual poderá preferir uma iluminação especial a um ambiente qualquer.

3.2.2. TOMADAS DE USO GERAL - TUG'S

Este tipo de dispositivo elétrico é destinado a ser uma ponte de ligação entre os equipamentos elétricos à rede alimentadora. Neles são ligados aparelhos portáteis, eletrodomésticos e eletro-eletrônicos utilizados em residências.

São instalados normalmente embutidas ou sobrepostas, dependendo do tipo de habitação, e seus dados nominais médios são de 250 Volts e 10 Amperes.

De uma maneira geral são formadas pela injeção de materiais isolantes e os contatos elétricos sendo de metais como latão, bronze e algumas ligas de materiais condutores.

Existem diversas marcas e modelos disponíveis no mercado. Estes modelos vão desde uma simples tomada de sobrepor para paredes em madeira até mesmo às de embutir com acabamentos requintados para finos ambientes.

O órgão destinado a fiscalização da qualidade dos produtos brasileiros que são utilizados por consumidores de todos os setores, inclusive o residencial, é o INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade, o qual realiza testes com todos os equipamentos destinados às instalações elétricas. Estes equipamentos atendem às Normas Técnicas específicas da ABNT.

Mas mesmo com testes realizados para serem aprovados para a comercialização, existem certos tipos de tomadas com péssima qualidade em se tratando dos materiais utilizados para o contato elétrico. Com pouco tempo de uso, eles perdem a pressão suficiente para um bom contato entre os pinos pertencentes ao plugue de ligação do aparelho e as plaquetas metálicas internas da tomada.

Este problema é comum e às vezes com conseqüências graves, pois devido a este mau contato, cria-se uma resistência elétrica adicional, a qual gera um aquecimento causado pela oposição à passagem de corrente elétrica destinado ao aparelho nela ligado, aquecendo todo o dispositivo, colocando o mesmo e a rede elétrica em condições perigosas e propícias a um curto-circuito, o qual fatalmente inutilizará o circuito. Normalmente atuará a proteção termomagnética oferecida pelo disjuntor, desde que o projeto seja concebido atendendo a NBR 5410.

Para evitar este problema, deverá o eletricitista instalador conferir a pressão das plaquetas metálicas, utilizando inclusive recursos adicionais para aumentar esta pressão. Também poderá o proprietário, através da especificação da lista de materiais elaborada pelo projetista, escolher tomadas com melhores fatores de qualidade para serem adquiridas.

Para o dimensionamento da potência e a quantidade de tomadas a serem utilizadas em um ambiente, poderá ser utilizada a **TABELA 3.2**. No entanto para certos ambientes o projetista deverá prever um certo número de tomadas posicionadas preferencialmente em conjunto com o leiaute dos móveis.

TABELA 3.2 - Densidade de Carga -Watts/m²

Local de Utilização	Densidade de carga (W/m ²)
Salas	25 - 30
quartos	20
Copas, cozinha ou copa-cozinha	20 - 25
banheiros	10

Fonte: Adaptado do livro Projeto de Instalações Elétricas Prediais - LIMA FILHO (1998)

Para dormitórios, prever no mínimo três tomadas, sendo duas delas junto a cabeceira da cama e um outro local definido em conjunto com o proprietário ou o desenhista. Para Banheiros prever no mínimo uma tomada junto ao lavatório, de preferência junto a arandela de parede e o espelho. Para copas, cozinha ou copa-cozinha prever no mínimo cinco tomadas distribuídas uniformemente, sendo pelo menos uma delas junto a pia. Nas áreas de serviço, prever no mínimo duas tomadas. Em corredores prever no mínimo uma tomada. Em salas prever no mínimo cinco tomadas uniformemente distribuídas, dando preferência ao leiaute dos móveis. Para garagem e salão de festas, prever no mínimo duas tomadas. Nas áreas externas, prever no mínimo uma tomada .

A potência a ser considerada nas tomadas deverá ser em função do número de tomadas contidas no circuito alimentador. Na medida do possível utilizar o mesmo circuito para copas, cozinha ou copa-cozinha e área de serviço, prevendo para o mesmo 3 tomadas com potência de 600 Watts. As restantes deste circuito com potência de 100 Watts. Todas elas projetadas para uma instalação a 130 centímetros em relação ao piso acabado

Para todos os cômodos restantes, a potência de cada tomada para fins de cálculo e dimensionamentos deve ser de 100 Watts.

A altura a ser projetada para as tomadas, deverá obedecer a NBR 5410. As alturas utilizadas como padrão segundo a norma são 30, 130 e 170 centímetros em relação ao piso acabado. São classificadas como tomadas baixa, média e alta.

As tomadas a serem especificadas deverão ser do tipo 2P+T, encontradas com facilidades no comércio.

3.2.3. TOMADAS DE USO ESPECÍFICO - TUE'S

São destinadas a atender exclusivamente aparelhos com potência nominal acima de 1200 Watts, como por exemplo condicionadores de ar, aparelhos de aquecimento, secadora de roupa, forno de microondas e outros eletrodomésticos e equipamentos. Sua localização em projeto é conforme o leiaute da planta, pois são aparelhos específicos.

Estes pontos de atendimento são dimensionados a partir da especificação do aparelho a ser alimentado, respeitando uma distância máxima de 1,5 metros do aparelho. Deve ser em circuito separados dos demais e consequentemente Ter proteção individual. Seu posicionamento deve obedecer a NBR 5410, a qual especifica com altura mínima 130 centímetros, podendo alcançar até 210 centímetros do piso acabado.

As tomadas a serem especificadas deverão ser do tipo 2P+T, encontradas com facilidades no comércio.

3.2.4. CONDICIONADORES DE AR

ESTES APARELHOS ESTÃO CADA VEZ MAIS PRESENTES NAS RESIDÊNCIAS BRASILEIRAS, PRINCIPALMENTE PARA A UTILIZAÇÃO EM SALAS E DORMITÓRIOS.

A instalação da alimentação deste tipo de aparelho deverá ser feita em circuito independente, utilizando uma tomada exclusiva, chamada tomada de uso específico - tue, a qual possui três pinos para contato elétrico, um exclusivamente para o condutor de proteção. Normalmente utiliza-se condutor de no mínimo 2,5 mm² e uma proteção individual através de disjuntor termomagnético.

3.2.5. APARELHOS DE AQUECIMENTO

Estes aparelhos destinados ao aquecimento de água estão com uma crescente evolução em se tratando de *designer*, potência elétrica e isolamento elétrico. A grande maioria possui a carcaça externa em plástico isolante, embora ainda existam alguns aparelhos com carcaças metálicas.

As potências elétricas encontradas vão desde 2500 watts a 6500 Watts, com tensão de funcionamento de 127 e 220 Volts.

Em alguns estados brasileiros a tensão de alimentação entre os condutores fase e neutro é de 127 Volts, e o sistema trifásico de 220 Volts.

Independente da tensão entre fase e neutro, o projetista deverá, na medida do possível, optar pela instalação destes aparelhos com tensão de alimentação em 220 Volts, pois a corrente elétrica de funcionamento será menor do que o mesmo aparelho em 127 Volts, diminuindo portanto, a queda de tensão e um super dimensionamento da alimentação geral da instalação.

Embora a tensão elétrica recomendada aumente a corrente de choque elétrico, deverá então o projetista otimizar um sistema de proteção para este aparelho, o qual será detalhado no item 3.2.8.

Estes aparelhos são atendidos por pontos de tomadas exclusivas e circuitos individuais, sendo o dimensionamento da fiação e proteção de acordo com os dados nominais do próprio aparelho.

3.2.6. CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO

As instalações elétricas residenciais utilizam condutores elétricos constituídos a partir do cobre isolado, conforme especificações contidas na NBR 6148, utilizando principalmente fios singelos.

Entende-se por fio singelo aquele composto exclusivamente por apenas um condutor livre. Já um cabo é aquele formado por vários condutores entrelaçados ou não.

As bitolas comercialmente encontradas são a partir de $1,5 \text{ mm}^2$ que são destinados apenas a cargas de iluminação e sinalização. A partir de $2,5 \text{ mm}^2$ para todos os tipos de circuitos de tomadas e outras cargas elétricas, inclusive iluminação. Deverão ser dimensionados a partir dos dados nominais do aparelho ou carga a ser alimentada, respeitando as tabelas para dimensionamentos contidas na NBR 5410.

Para a escolha do tipo de condutor a ser utilizado, o projetista deve, primeiramente, escolher se a instalação será embutida ou aparente, e se será utilizado eletroduto ou não.

Basicamente, o projetista deverá efetuar a distribuição dos circuitos de alimentação do projeto elétrico, devendo portanto, atender a NBR 5410 que exige circuitos independentes para cargas de iluminação.

A NBR 6148 especifica condutores de cobre para serem utilizados nas instalações elétricas residenciais e comerciais a terem um isolamento elétrico suportado entre fases de 750

Volts. Os materiais utilizados para o isolamento dos condutores são normalmente em PVC (cloreto de polivinila), o EPR (etileno-propileno) e o XLPE (polietileno reticulado).

Em relação a secção dos condutores para os circuitos de alimentação, a NBR 5410 estabelece para circuitos que atendem exclusivamente iluminação deverão ser de no mínimo 1,5 mm². Para circuitos de tomadas de uso geral a secção deverá ser de no mínimo 2,5 mm². Para os demais circuitos ser conforme dados nominais do aparelho a ser ligado.

Deverão ser divididas as cargas de iluminação em dois circuitos, dependendo da dimensão da obra, obedecendo o leiaute da planta civil, ficando uniformemente distribuídos. Estes circuitos deverão possuir uma numeração que pode já ser estabelecida preliminarmente, a qual se torna padrão para o projetista. Recomenda-se a numeração para circuitos de iluminação a partir de 01 e 02. A NBR 5410 recomenda circuito individual para cozinha, copas ou copa-cozinha, o qual receberá a identificação de circuito 03 em diante.

Para as tomadas de uso geral - tug's, recomenda-se a divisão mínima de dois circuitos, obedecendo uniformemente a uma divisão civil da planta baixa, recebendo a identificação de circuitos 04 e 05. Já a alimentação de tomadas de uso específico - tue's, deverá ser a partir dos circuitos 06 em diante.

Para uma carga elétrica individual com corrente nominal acima de 10 Amperes, a NBR 5410 recomenda circuito individual. A grande maioria dos eletrodomésticos utilizados em residências possuem uma corrente elétrica inferior a 10 Amperes e, portanto, podem ser alimentados por tug's. Mas cargas como aparelhos de aquecimento, condicionadores de ar, motores elétricos ou cargas com potência individual acima de 1200 Watts, deverão ser atendidos por circuitos individuais, independente de sua corrente elétrica afim de facilitar o seu desligamento caso ocorra um eventual problema ou uma manutenção.

A identificação dos condutores elétricos deverá ser feita no centro de distribuição, bem como nos locais de emendas e distribuição. Elas podem ser através de etiquetas adesivas ou presilhas plásticas junto ao condutores.

A NBR 5410 reserva a utilização de algumas cores a serem utilizados para condutores. Recomenda-se que a cor azul-claro deverá ser utilizada exclusivamente para o condutor neutro. A cor verde-amarelo ou somente verde, para o condutor de proteção (terra). As demais cores restantes podem ser utilizadas para os condutores fase e retorno.

Mesmo com a padronização em normas, o projetista deverá especificar em planta e no memorial técnico descritivo da obra, a identificação de todos os circuitos com seus respectivos condutores, contendo o número do circuito, a secção do condutor e a cor utilizada. Esta identificação deverá estar visível no quadro ou centro de distribuição.

Para o dimensionamento da bitola dos condutores e a proteção dos circuitos, o projetista deverá atender a NBR 5410, a qual informa nas tabelas de classificação de tipos de linhas de alimentação e maneiras de instalação de condutores, limites de capacidade de condução de corrente.

Para o dimensionamento da alimentação geral da instalação, o projetista deverá respeitar as normas da concessionária local fornecedora de energia, a qual especifica em tabelas o tipo de fornecimento de acordo com a carga instalada. No tipo de fornecimento, consta a bitola dos condutores que irão alimentar toda a instalação.

Respeitando as normas específicas, o projetista poderá utilizar para um fácil dimensionamento de condutores a **TABELA 3.3.**

TABELA 3.3.- Capacidade de condução de corrente para condutores instalados em eletrodutos embutidos ou aparentes

Secção nominal (mm²)	Condução de corrente (Amperes)
1,5	17,5
2,5	25
4,0	32
6,0	41
10,0	57
16,0	76

Fonte: Adaptado NBR 5410 - ABNT

Como o interesse é de sempre proteger a fiação e não diretamente a carga ligada, dimensiona-se a proteção de acordo com a capacidade de condução de corrente do condutor para os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral. Já para

as tomadas de uso específico, dimensiona-se sempre a fiação e proteção de acordo com os dados nominais do aparelho.

O PROJETISTA DEVERÁ OBSERVAR A QUEDA DE TENSÃO NOS CIRCUITOS A FIM DE MANTÊ-LA DENTRO DOS PADRÕES ESTABELECIDOS POR CADA CONCESSIONÁRIA OU OS DADOS DO FABRICANTE DE CADA APARELHO. PARA ISSO, DEVERÃO SER FEITOS CÁLCULOS DE QUEDA DE TENSÃO UTILIZANDO OS VALORES DE CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE DE ACORDO COM A **Tabela 3.3**.

As conexões e emendas dos condutores deverão atender a NBR 5410, a qual especifica que nas conexões e emendas, a área da emenda deverá oferecer condições de passagem de corrente igual ou superior a dos condutores emendados, e que nelas deverão ser feitas em locais que permitam inspeções, sendo de maneira nenhuma permitido dentro de eletrodutos e dutos de passagem.

3.2.7. ELETRODUTOS

São dispositivos empregados para abrigar condutores elétricos. Podem ser constituídos em PVC (cloreto de polivinila) rígido ou flexível, ambos anti-chama, ou metálicos em aço galvanizado. Neles deverão ser instalados somente condutores isolados, sendo estes fios singelos ou cabos.

Para o seu dimensionamento, o projetista deverá obedecer uma taxa máxima de ocupação de fios e cabos, em relação a área útil do eletroduto, com valores de no máximo 33 % para os eletrodutos em PVC (cloreto de polivinila), e 40 % para os eletrodutos metálicos.

Curvas deverão ser evitadas no máximo. Se acaso forem utilizadas, deverão ser evitadas curvas com ângulo de deflexão menor que 90^0 , pois dificultam a passagem dos condutores. Para aquelas feitas nos próprios eletrodutos, não deverão diminuir seu tamanho interno.

As emendas entre eletrodutos rígidos nem sempre podem ser evitadas. Mas quando feitas, utilizar conexões apropriadas evitando qualquer tipo de rebarba interna. Nas conexões com os centros de derivação ou caixas de saída, prever para um melhor acabamento e condições de passagem, buchas e arruelas, as quais deverão ser atarraxadas entre o eletroduto e as caixas.

Quando se tratar de eletrodutos embutidos em lajes ou paredes em alvenaria, o projetista deverá prever que os mesmos não fiquem sob esforços e que não interfiram em vigas ou pilares da edificação. As curvas e derivações deverão ser protegidas por material metálico ou outro de maior resistência mecânica, afim de não sofrerem danos e não dificultar a passagem dos condutores na hora da instalação.

Para os eletrodutos instalados externamente, sendo eles em material condutor, deverão ser protegidos eletricamente pelo condutor de proteção. Sua fixação deverá ser feita através de suportes apropriados, de maneira que todo o conjunto não atrapalhe esteticamente o ambiente. Quando forem utilizados eletrodutos em PVC (cloreto de polivinila), estes deverão ser em material que não propague chamas e suportados por materiais específicos para a instalação aparente.

3.2.8. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Os dispositivos de proteção disponíveis para a aplicação em instalações elétricas residenciais são disjuntores termomagnéticos, fusíveis e Disjuntores por corrente diferencial residual, este último detalhado no capítulo 2.7. Para os disjuntores termomagnéticos, existem na forma unipolar, bipolar e tripolares, atendendo respectivamente, sistemas monofásicos, bifásicos e trifásicos.

De acordo com a distribuição dos circuitos e dimensionamento dos condutores, o projetista deverá para cada circuito dimensionar um disjuntor termomagnético de proteção afim de protegê-lo contra sobre-corrente, seja ela originária de uma sobre-carga ou um curto-circuito.

Para os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral, deverão ser dimensionados disjuntores termomagnéticos de acordo com a seção do condutor, ou seja, um valor nominal igual ou inferior mais próximo da seção nominal do condutor, uma vez que se deseja proteger diretamente a fiação e indiretamente a carga nela ligada. Já para os demais circuitos, a proteção deverá ser específica de acordo com os dados nominais do aparelho.

Opta-se por disjuntores termomagnéticos pela praticidade, eficiência e segurança para o usuário, uma vez que todo o dispositivo estará abrigado não permitindo contato direto com as partes vivas da instalação, e pode ser ligado e desligado sempre que for necessário. Entende-se por parte viva da instalação aquela diretamente ligada aos condutores energizados.

Seu custo é maior que a instalação de fusíveis. Mas devido a reutilização, após sua atuação, tornam-se mais baratos ao longo do tempo. Estes dispositivos protegem os circuitos elétricos contra correntes de sobre-carga, com seu dispositivo de atuação térmica, e contra correntes de curto-circuito, com sua atuação magnética.

Todo o conjunto de proteção com disjuntores, deverão estar abrigados, quando possível, em um mesmo local, permitindo facilmente a localização e operação destes dispositivos.

Em regiões atendidas pelo sistema 220/127 V, para cargas atendidas em 220 V, deverão ser projetados disjuntores bipolares. Não deverão ser especificados disjuntores monofásicos operando em conjunto, os quais separadamente, interrompem parcialmente o circuito.

Para a proteção contra choques elétricos, deverão ser projetados sistemas de aterramento ou também a instalação de disjuntores por corrente residual. Estes dispositivos foram detalhados no **CAPÍTULO 2.7**.

A NBR 5410 apenas recomenda seu uso. Mas a maioria dos projetistas não o especificam, justamente pelo seu preço e dificuldade de aquisição em regiões distantes de grandes centros urbanos.

Uma opção simples para proteção contra choques elétricos são os sistemas de aterramento, os quais são compostos por hastes de *copperweld* cravadas ao solo, juntamente com condutores de cobre. Existem outros sistemas de aterramento, os quais utilizam condutores de cobre enterrados ao solo, hastes de aço-galvanizado, entre outros.

Segundo a NBR 5410, toda e qualquer parte metálica de aparelhos de utilização ou dispositivos de comando, deverá estar conectada a um condutor de aterramento, afim de equipotencialidade com o referencial terra.

O projetista deverá projetar um local específico para que seja instalado uma ou mais hastes de aterramento. Nela deverá ser conectado um condutor exclusivo para o aterramento. Este circuito de proteção partindo do local das hastes até o Centro de Distribuição, deverá atender todas as tomadas de uso específico, tomadas de uso geral e equipamentos com partes metálicas.

O centro de distribuição - CD e o centro de medição - CM, deverão ser conectados ao circuito de proteção. Para aparelhos de aquecimento, como o chuveiro, se possível projetar um sistema de aterramento individual. Sistemas de antenas de televisão e rádios, também deverão ser conectados ao sistema de aterramento.

Embora a grande maioria de eletrodomésticos brasileiros não possuem o cabo alimentador com três fios, no qual um deles é o aterramento, deverá se especificado em projeto a sua conexão através de um condutor externo ao cabo que alimenta o aparelho, afim de equipotencialidade com o referencial terra.

Neste caso, o projetista deverá especificar uma tomada do tipo 2P+T com 3 pinos para que este aparelho seja alimentado. Aplica-se esta solução para aparelhos como geladeiras, *freezer*, chuveiros, torneiras elétricas, máquinas de lavar roupa, secadoras, e outros eletrodomésticos que possuam partes metálicas que possam ser tocadas pelo usuário.

3.2.9. CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO - CD'S

São utilizados para centralizar e abrigar os dispositivos de proteção, bem como a divisão de cargas por circuitos. Normalmente projeta-se apenas um centro de distribuição instalado em local de fácil acesso.

O projetista deverá projetá-lo de maneira que se situe o mais próximo possível das cargas de maior corrente elétrica, uma vez que diminui o efeito de queda de tensão individual e consequentemente gastos com condutores. Sempre que possível projetá-lo para que se situe em locais de fácil acesso, respeitando a estética do ambiente, como por exemplo corredores, ou locais de pouca circulação de pessoas. Nunca atrás de móveis ou locais que possam dificultar a sua localização e acesso.

Suas dimensões variam de acordo com o número de disjuntores projetados para a proteção dos circuitos. Dimensionar sempre um disjuntor geral para o centro de distribuição, o qual oferecerá segurança para uma eventual manutenção no mesmo. A altura de instalação deverá obedecer aos padrões construtivos do imóvel, limitando-se aos limites de 130 a 170 centímetros, desde sua parte superior até o piso acabado.

Os materiais empregados para a sua constituição normalmente são chapas metálicas tratadas e recentemente a utilização de materiais isolantes. Este último está cada vez mais sendo empregados devido as vantagens de não serem corrosivos, baixo custo de aquisição e manutenção, e também o acabamento e estética ser muito superior aos metálicos.

Todo centro de distribuição deverá possuir um barramento de cobre para que seja feita a distribuição do condutor de aterramento. Se o centro utilizado for de metal, o mesmo deverá ser conectado a este barramento afim de oferecer equipotencialidade em relação ao referencial terra.

A identificação dos circuitos deverá ser clara, preferencialmente na própria tampa do centro de distribuição.

O projetista poderá utilizar um manual de operações das instalações elétricas, o qual em uma linguagem clara, trará informações de como utilizar todo o sistema. Nele deverá constar o esquema de ligação de todos os aparelhos, iluminação e disjuntores de proteção.

3.2.10. DETALHES CONSTRUTIVOS

Todo projeto deve conter detalhes construtivos que fornecerão informações técnicas a quem o estiver executando e posteriormente, utilizando. Para

projetos elétricos, esta etapa traz informações adicionais tanto para o eletricitista instalador, quanto para o usuário (proprietário).

De acordo com as normas técnicas que às concessionárias fornecedoras de energia disponibilizam para os projetistas, existem certos detalhes que são obrigatórios pertencerem ao conjunto de projetos. Normalmente são detalhes da entrada de alimentação, do sistema de aterramento, localização da obra, entre outros.

No entanto, não é exigido que o projetista especifique detalhes de montagem interna da instalação, uma vez presume-se que o instalador possua condições técnicas para isso. Muitas vezes ele executa modificações no projeto, já comentado no **CAPÍTULO 2**, trazendo conseqüências sérias ao funcionamento de todo o sistema. Ainda para ocasiões de manutenção da instalação, contribuirá para que ocorra acidentes, uma vez que o sistema estará alterado em relação ao projeto original.

Segundo KINDERMANN (1995), a negligência, a rotina mais o excesso de autoconfiança são os maiores causadores de acidentes nas manutenções elétricas, somadas as falhas de instalação e utilização do sistema elétrico.

Para evitar que isto ocorra, em planta deverão conter informações de como devem ser instalados os diversos aparelhos que são alimentados por circuitos individuais. O mesmo poderá ser feito para os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral. Estes detalhes favorecerão a uma melhor interpretação e entendimento do funcionamento de toda instalação.

Em relação aos detalhes de instalação de equipamentos de iluminação, destacam-se as lâmpadas incandescentes por serem as mais usuais, e conseqüentemente, as mais susceptíveis a acidentes, uma vez que se ela for ligada de modo errada, mesmo que funcione poderá ocasionar um choque elétrico na hora da substituição da lâmpada.

Isto é comum pois se interrompe o condutor neutro e o condutor fase estará ligado diretamente a lâmpada. Além disto, no suporte da lâmpada, mesmo interrompendo corretamente o condutor fase, na hora da ligação, o eletricitista liga a parte externa do suporte o condutor retorno, que nada mais é do que o condutor fase seccionado. Este modo de ligação poderá ocasionar um choque elétrico por contato direto.

3.2.11. SIMBOLOGIA

Em um projeto elétrico a interpretação correta dos símbolos utilizados é a certeza do funcionamento perfeito de toda instalação. É desta forma então que o

projetista deverá se preocupar em transmitir de forma clara e objetiva sua concepção de todo o esquema elétrico planejado.

A NBR 5444 - Símbolos gráficos de relacionamento usados na confecção de esquemas, NBR 5446 - Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais e a NBR 5453 - Sinais e símbolos para a eletricidade são as normas da ABNT que o projetista deverá utilizar ou até mesmo se basear para a confecção de sua própria simbologia.

Uma vez que o projetista utilize ou não os símbolos convencionados em norma, eles deverão estar inseridos no corpo do projeto, pois o eletricitista instalador poderá não sabê-los, consequentemente complicando a etapa de execução.

Portanto, se o projetista criar sua própria simbologia, deverá padronizá-la em seus projetos facilitando a si próprio e a outros que por ventura à utilizem.

Todo e qualquer sinal ou símbolo gráfico que esteja no corpo do projeto deverá ser informado de forma clara e objetiva, facilitando a leitura e interpretação, até mesmo para leigos no assunto. O quadro com a simbologia poderá estar inserida em qualquer espaço na planta com os desenhos.

3.2.12. MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

ESTE DOCUMENTO É O RESUMO LITERÁRIO DE TODO O PROJETO, POIS NELE DEVERÁ CONSTAR TODAS AS ETAPAS E DECISÕES TOMADAS, PARA QUE QUALQUER PESSOA POSSA LÊ-LO E INTERPRETAR CORRETAMENTE O PROJETO EM QUESTÃO.

Seu desenvolvimento deverá estar baseado nas decisões tomadas pelo projetista, contendo uma explicação lógica e clara de todas as partes do projeto, inclusive todos os cálculos efetuados.

As concessionárias e órgão públicos exigem um memorial descritivo de qualquer projeto que esteja submetido a aprovação e avaliação. Pois este recurso literal a quem o está interpretando, é um resumo em linguagem clara e normal e até mesmo pouco técnica.

Sua apresentação deverá ser em um caderno ou similar, com uma seqüência lógica, contendo uma explicação de todos os desenhos inseridos no projeto. A metodologia escolhida para sua apresentação ficará a cargo do projetista. Aconselha-se que o torne padrão em seus projetos, facilitando a sua elaboração.

Juntamente com este memorial descritivo, o projetista poderá elaborar um manual de utilização das instalações projetadas. O mesmo servirá de apoio ao usuário, que em uma necessidade qualquer, poderá sanar suas dúvidas sem a ajuda de um profissional.

A linguagem então a ser utilizada deverá ser a mais clara e neutra possível, pois a grande maioria dos manuais dos diversos equipamentos existentes utilizam uma linguagem pouco clara e não familiarizada ao usuário, que na maioria das vezes não entende nada do assunto.

Para solucionar este problema o projetista deverá utilizar desenhos ilustrativos do funcionamento da instalação, de maneira eles sejam claros e objetivos e que possam ser interpretados por quem os utilizar.

3.3. LISTA DE VERIFICAÇÃO

Após realizado a elaboração do Caderno de Encargos com as devidas especificações técnicas referentes a elaboração de um projeto elétrico residencial, o qual identificou as decisões a serem tomadas, levando-se em conta padrões de normas técnicas, facilitando os dimensionamentos e as referidas especificações, faz-se neste momento a Lista de Verificação de acordo com os ambientes de uma residência unifamiliar.

Segundo DUL *et al* (1995) uma lista de verificação pode ser utilizada para diferentes métodos de concepção de projetos ergonômicos:

- Evitar o esquecimento de alguns aspectos do projeto;
- Prever problemas que podem surgir;
- Medir efeitos da implementação; e
- Obter idéias e soluções alternativas.

A Lista de Verificação detalhada a seguir, baseia-se em outras listas utilizadas por vários autores de trabalhos e publicações ergonômicas, entre eles SANTOS *et al* (1997), DUL *et al* (1995), e COUTO (1996).

❑ Sala de estar:

- ✓ Verificar a dimensão do ambiente;
- ✓ Verificar posição das janelas e portas;
- ✓ Verificar a altura das janelas;

- ✓ Estudar o leiaute do ambiente com a posição dos móveis;
- ✓ Dimensionar o número de tomadas de uso geral de acordo com a dimensão do ambiente e com a solicitação do proprietário;
- ✓ Dimensionar o tipo e quantidade de pontos de iluminação;
- ✓ Discutir com o proprietário o tipo de luminária a ser utilizada;
- ✓ Discutir com o proprietário o tipo de tomadas com seu respectivo acabamento para os espelhos das mesmas;
- ✓ Prever tomada de uso específico para a instalação de condicionador de ar, em conjunto com o proprietário ou projetista da parte arquitetônica;
- ✓ Dimensionar interruptor paralelo para a iluminação em pontos de fácil acesso;
- ✓ Prever a instalação de tomada para antena de televisão ou circuito de tv a cabo próxima de tomadas de uso geral;
- ✓ Altura para as tomadas no mínimo 30 centímetros e máximo 40 centímetros;
- ✓ Altura para interruptores no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Prever condutor de aterramento para as tomadas de antena de tv;

□ **Copa, cozinha ou copa-cozinha:**

- ✓ Verificar a dimensão do ambiente;
- ✓ Verificar posição das janelas e portas;
- ✓ Verificar a altura das janelas;
- ✓ Estudar o leiaute do ambiente com a posição dos eletrodomésticos e móveis;
- ✓ Dimensionar tomada de uso específico para uso de torneira elétrica, forno elétrico ou forno de microondas de acordo com a solicitação do proprietário;
- ✓ Especificar luminária do tipo fluorescente normal, dupla de 40 Watts no centro do ambiente;
- ✓ As tomadas deverão estar posicionadas com altura compreendida entre 130 a 150 centímetros;
- ✓ Prever no mínimo 6 tomadas de uso geral, sendo que 2 delas estejam localizadas junto a pia;

- ✓ Prever a instalação de interfone do porteiro eletrônico de acordo com a solicitação do proprietário;
- ✓ Altura para interruptores no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Localizar a campainha próximo a porta de entrada da cozinha;
- ✓ Prever uma tomada para antena de tv junto a uma tomada de uso geral;
- ✓ Dimensionar interruptor paralelo para a iluminação em pontos de fácil acesso;

□ **Dormitórios**

- ✓ Verificar a dimensão do ambiente;
- ✓ Verificar posição das janelas e portas;
- ✓ Verificar as dimensões das janelas;
- ✓ Estudar o leiaute do ambiente com a posição dos móveis;
- ✓ Prever tomada de uso específico para a instalação de condicionador de ar conforme a solicitação do proprietário;
- ✓ Dimensionar interruptor paralelo para a iluminação junto a porta de entrada e na cabeceira da cama;
- ✓ Altura para interruptores no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ As tomadas deverão estar posicionadas com altura compreendida entre 30 a 40 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Prever uma tomada de uso específico para a instalação de microcomputador;
- ✓ Prever a instalação de tomada para antena de tv;
- ✓ Prever uma tomada alta com altura de 170 a 200 centímetros para aparelho de televisão junto a tomada de antena de tv;
- ✓ Dimensionar ponto de luz incandescente de no mínimo 100 Watts de potência localizado no centro do ambiente;

□ **Corredores**

- ✓ Dimensionar interruptor paralelo para a iluminação nos locais de fácil acesso;

- ✓ Altura para interruptores no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ Prever local para a instalação do centro de distribuição - CD;
- ✓ Prever no mínimo 1 tomada de uso geral junto ao centro de distribuição;
- ✓ As tomadas deverão estar posicionadas com altura compreendida entre 30 a 40 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Dimensionar ponto de luz fluorescente compacta com potência de no mínimo 10 Watts localizado no centro do ambiente ou em dois pontos uniformemente distribuídos;

□ Banheiros

- ✓ Verificar a dimensão do ambiente;
- ✓ Verificar posição da janela e porta;
- ✓ Prever tomada de uso específico para a instalação do chuveiro a 200 centímetros do piso e junto a saída do cano de água;
- ✓ Especificar o chuveiro com tensão de alimentação de 220 Volts e potência mínima de 3500 Watts;
- ✓ Especificar conexão dos condutores de alimentação do chuveiro através de solda e isolamento com fita isolante emborrachada ou através de conectores individuais do tipo Sindal em PVC;
- ✓ Altura para o interruptor no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ Prever uma tomada de uso geral com altura de 130 a 150 centímetros junto ao espelho e armário;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Prever no mínimo um ponto de luz fluorescente compacta instalada na parede junto ao armário e espelho com altura de 170 centímetros e comando independente;
- ✓ As tomadas de uso geral bem como os pontos de luz na parede deverão estar afastadas no mínimo 100 centímetros do box da área de banho;

□ Garagem

- ✓ Verificar a dimensão do ambiente;

- ✓ Dimensionar interruptor paralelo para a iluminação junto aos locais de acesso;
- ✓ Altura para interruptores no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ Prever a instalação de no mínimo 2 tomadas uniformemente distribuídas;
- ✓ As tomadas deverão estar posicionadas com altura compreendida entre 130 a 150 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Dimensionar pontos de luz fluorescente universal com potência mínima de 40 Watts localizados uniformemente;

❑ **Área de serviço ou lavanderia**

- ✓ Prever 2 tomadas de uso geral posicionadas com altura compreendida entre 130 a 150 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;
- ✓ Dimensionar ponto de luz fluorescente universal de 40 Watts de potência localizado no centro do ambiente;
- ✓ Altura para interruptores no mínimo 130 centímetros e no máximo 150 centímetros;
- ✓ As tomadas e interruptores deverão estar afastadas de saídas de água de no mínimo 50 centímetros;

❑ **Áreas externas**

- ✓ Verificar a dimensão do ambiente;
- ✓ Verificar posição dos portões de entrada;
- ✓ Prever a instalação de duas tomadas de uso geral localizadas respectivamente na parte frontal e fundos da residência caso solicitada pelo proprietário;
- ✓ As tomadas deverão estar posicionadas com altura compreendida entre 30 a 40 centímetros;
- ✓ Todas as tomadas deverão ser do tipo 2P+T com o terceiro pino destinado ao condutor de aterramento;

- ✓ Dimensionar uma tomada de uso específico para a instalação de portão motorizado, caso solicitado pelo proprietário;
- ✓ Especificar tubulação para porteiro eletrônico junto ao portão de entrada, caso solicitado pelo proprietário;
- ✓ Dimensionar caixas de passagem independentes para as tubulações de iluminação, porteiro eletrônico e alimentação do motor do portão motorizado;
- ✓ Prever tubulação com caixa de passagem exclusiva para o sistema de antena de televisão;

□ **Centro de distribuição - CD**

- ✓ Localizá-lo junto ao corredor central da residência;
- ✓ Dimensionar circuitos independentes para iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico;
- ✓ Dimensionar um disjuntor geral para todo o CD;
- ✓ Prever barramentos de cobre independentes para o condutor neutro e condutor de proteção;
- ✓ Identificar os circuitos com seus respectivos disjuntores de proteção;
- ✓ Na parte de trás da tampa localizar o diagrama dos circuitos e o manual de utilização das instalações;
- ✓ A altura máxima para a instalação do CD deverá ficar entre 130 a 150 centímetros em relação a sua parte superior ao piso;
- ✓ Não prever CD's com chaves ou trancas que dificultem o acesso ao disjuntores;

□ **Detalhes construtivos**

- ✓ Prever no projeto os detalhes de entrada de energia;
- ✓ Prever os detalhes de montagem dos pontos de luz;
- ✓ Projetar detalhes de montagem para o sistema de aterramento, com a quantidade de hastes, distâncias, caixas de inspeção e bitola do condutor;
- ✓ Inserir em planta a ligação do chuveiro com os detalhes de solda e conexão dos condutores;

- ✓ Especificar detalhadamente a montagem do CD com seus circuitos, disjuntores e tubulações que derivam do centro;
- ✓ Prever os detalhes de montagem das tomadas de uso geral com condutor de aterramento;
- ✓ Inserir os detalhes de montagem e conexão de dos eletrodutos nas caixas de passagem e de derivações;

□ **Memorial técnico descritivo**

- ✓ Constar dados do proprietário, projetista e eletricitista instalador;
- ✓ Constar dados sobre a obra, como tipo, dimensão e endereço;
- ✓ Especificar a quantidade de circuitos existentes;
- ✓ Detalhar o tipo de fornecimento da instalação;
- ✓ Inserir todos os cálculos referentes aos dimensionamentos dos condutores, proteção e eletrodutos;
- ✓ Constar o modo de utilização da instalação;
- ✓ Constar o diagrama elétrico de toda a instalação;
- ✓ Especificar a lista dos materiais a serem adquiridos de acordo com a escolha dos equipamentos e dispositivos de comando e proteção;

3.4. Conclusão

Um projeto elétrico desenvolvido somente com a consulta à normas técnicas específicas não é o suficiente se o projetista não desenvolver seu próprio método de concepção o qual englobe dados não tratados na grande maioria das literaturas.

Portanto, este foi o objetivo do **CAPÍTULO 3**, descrever um Caderno de Encargos e posteriormente uma Lista de Verificação para que o projetista tenha a sua disposição, além das normas técnicas, um *checklist* no andamento e conclusão do seu trabalho.

Além dos itens tratados o projetista poderá ainda prever sistemas mais sofisticados como sistemas de alarmes, rede de computadores e som ambiente, os quais utilizam tubulações exclusivas e independentes.

No próximo capítulo será realizada a aplicação do método proposto, utilizando como referencial uma planta baixa de uma residência unifamiliar. Para isto será utilizado como ferramenta de trabalho o AutoCAD, *software* adequado para a elaboração de projetos.

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DO CADERNO DE ENCARGOS

4.1. INTRODUÇÃO

Após a elaboração do Caderno de Encargos e da Lista de Verificação instrumentos de auxílio à elaboração de projetos elétricos residenciais, parte-se então para o estudo de caso: **o projeto elétrico**.

A planta baixa - **ANEXO 1**, foi cedida gentilmente por um escritório de Engenharia Civil pertencente a Construtora RENAK, localizada em Dois Vizinhos estado do Paraná, com a devida autorização do proprietário, o qual participou e solicitou alguns itens a serem atendidos no projeto em questão.

Por questão de tempo para a conclusão desta pesquisa acadêmica, não serão inseridos no corpo da dissertação o Memorial Técnico Descritivo e a Lista de Materiais. Estes itens relatados no **CAPÍTULO 3**, foram realizados dentro da proposta do trabalho e fornecidos ao proprietário para o andamento da obra, a qual encontra-se em fase de execução.

4.2. PROJETO ELÉTRICO

O projeto é de uma residência unifamiliar construída em alvenaria com teto em laje de concreto, possuindo uma área útil total de 117,8 m², contendo os seguintes ambientes:

- dois dormitórios
- um banheiro

- uma sala de jantar
- uma sala de estar
- uma cozinha
- uma lavanderia
- uma varanda com garagem.

As dimensões desta planta estão contidas no **ANEXO 1.**, o qual possibilita uma visualização das disposições físicas do ambiente, e com as referidas localizações de alguns eletrodomésticos e aparelhos a serem alimentados.

O proprietário solicitou a alimentação de algumas cargas em especial, dispensando outras que foram tratadas no Caderno de Encargos, de maneira que não estarão inseridas no projeto elétrico.

Como a localização desta obra fica no estado do Paraná, o projeto elétrico seguirá as normas da concessionária local, COPEL - Companhia Paranaense de Energia, especificamente a norma NTC 9-01100 - Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição.

No **ANEXO 2. - planta baixa**, temos já o Projeto Elétrico desenvolvido utilizando as referidas recomendações contidas no Caderno de Encargos e na Lista de Verificação, o qual é detalhado a seguir.

❑ **Iluminação**

De acordo com o tipo do ambiente foram dimensionados os pontos de luz, com sua respectiva lâmpada, as quais estão dentro das especificações do Caderno de Encargos item iluminação.

O proprietário solicitou para o ambiente da lavanderia um conjunto fluorescente universal, dispensando o uso de lâmpadas incandescente ou fluorescente compacta.

Foi projetado uma caixa de saída na parte frontal da edificação, para que possa fazer o atendimento a uma futura iluminação da área externa no jardim.

A residência será atendida por dois circuitos de iluminação, circuito 1 e circuito 2, os quais são compostos por condutores de cobre de seção #1,5 mm² e são protegidos individualmente por dois disjuntores termomagnéticos monopolar de 15 Amperes.

No **ANEXO 2.** Poderemos visualizar a distribuição destes circuitos, e nos **ANEXOS 3. - diagrama unifilar** e **ANEXO 4. - quadro de cargas**, uma indicação com a devida identificação, seção do condutor e disjuntor de proteção.

❑ **Tomadas de uso geral - Tug's**

O dimensionamento da quantidade de tomadas de uso geral a serem instaladas

atendem aos padrões mínimos estabelecidos pelas normas e seguem as referidas recomendações contidas no Caderno de Encargos.

O posicionamento destes dispositivos de ligação está detalhada conforme o **ANEXO 2**. E ocorreu em conjunto com o proprietário, que de acordo com a disposição física dos móveis nos ambientes, foram localizadas em planta em número suficientes para atender a demanda do mesmo.

Quanto ao tipo de tug's utilizadas com seu referido acabamento externo, estão de acordo com a solicitação do proprietário o qual foi informado e orientado na sua escolha, de maneira que os detalhes abordados no **CAPÍTULO 3**, mais precisamente no Caderno de Encargos sobre a qualidade das tomadas disponíveis no mercado, também foram repassadas ao mesmo.

❑ **Tomadas de uso específico - Tue's**

Para a especificação e dimensionamento destes dispositivos de ligação, foi solicitado junto ao proprietário a relação dos eletrodomésticos a serem instalados, inclusive com possíveis aquisições futuras.

Nesta lista continha um forno de microondas, dois aparelhos condicionadores de ar e um chuveiro elétrico além de outros eletrodomésticos que foram atendidos pelas tug's.

No **ANEXO 2**. Temos a localização dos pontos de alimentação, os quais foram posicionados de acordo com as exigências do proprietário.

Nos **ANEXOS 3. E 4**. Encontramos a denominação e as especificações de cada circuito referente a estas cargas individuais.

❑ **Simbologia**

A simbologia utilizada e inserida no projeto conforme o **ANEXO 2.**, temos referenciada em um quadro contido no **ANEXO 6.** Com seus símbolos e suas respectivas denominações os quais atendem a normas NBR 5410, NBR 5446, NBR 5444 e NBR 5453. No entanto foram adaptados alguns outros símbolos os quais foram explanados aos demais atores envolvidos no projeto, afim de padronizar a linguagem do projeto.

Estes símbolos adaptados seguem as normas citadas e já são utilizados em outros projetos utilizados pelo Escritório de Engenharia que cedeu a planta baixa, sendo, portanto, conhecidos pela equipe de execução da obra.

❑ **Condutores de alimentação**

Os condutores especificados para alimentação de todos os circuitos incluindo o condutor de proteção são constituídos de cobre com isolamento anti-chama, 750 Volts, sendo de fio rígido maleável.

O dimensionamento atende a NBR 5410 e as recomendações contidas no Caderno de Encargos, sendo respeitada a seção mínima de acordo com o tipo de circuito.

No **ANEXO 3.** Temos um diagrama unifilar de toda a alimentação e proteção dos circuitos, sendo possível visualizar a seção de cada circuito. Da mesma forma no **ANEXO 4.** Temos a denominação do tipo de circuito com dados referentes a seção dos condutores.

❑ **Eletrodutos**

Os eletrodutos utilizados são de PVC rígido, anti-chama embutidos dentro de lajes, paredes ou pisos, sendo que seus dimensionamentos atenderam as prescrições contidas no Caderno de Encargos.

No **ANEXO 13.** O eletricitista instalador terá em planta os detalhes de fixação dos eletrodutos nas caixas de saída, CD, caixas de derivação ou CM, de maneira que não existam rebarbas nas saídas dos eletrodutos, o que evitará obstrução a passagem dos condutores.

❑ **Centro de distribuição - CD**

De acordo com o número de circuitos utilizados no projeto, dimensionou-se o Centro de Distribuição com capacidade para 16 disjuntores, contendo um disjuntor geral para seccionamento e proteção geral da instalação.

No **ANEXO 2**. Temos a localização centralizada de acordo com as cargas a serem alimentadas, sendo que sua instalação atenderá as recomendações contidas no Caderno de Encargos. Já no **ANEXO 5**. O eletricitista instalador terá disponível o posicionamento dos disjuntores com as devidas ligações no barramento de cobre, conforme distribuição de carga no **ANEXO 4**.

❑ **Dispositivos de proteção**

Os dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga ou curto-circuito utilizados para os circuitos são disjuntores termomagnéticos fixados no CD, conforme **ANEXO 5**. O dimensionamento individual atende as recomendações contidas no Caderno de Encargos e os cálculos estão no Memorial de Cálculo contido no Memorial Técnico Descritivo.

Para proteção contra contatos indiretos nas partes vivas da instalação foi projetado um condutor de proteção com aterramento exclusivo conforme o **ANEXO 8**, afim de gerar equipotencialidade com o condutor neutro.

Foi dispensada pelo proprietário a utilização de Disjuntores por Corrente Residual - DR, o que segundo ele, oneraria seu orçamento para a obra.

Todas as partes metálicas de todos os equipamentos da instalação estão conectados a este condutor de proteção e está contida nas observações do projeto, conforme o **ANEXO 14**.

Todas as tomadas utilizadas são do tipo 2P+T - **ANEXO 11**., sendo que a ligação dos condutores estão detalhadas contendo o condutor de proteção. Para alimentação do chuveiro também será conectado ao circuito de proteção, conforme o **ANEXO 12**.

❑ **Detalhes construtivos e de montagem**

A fim de facilitar a montagem dos equipamentos da instalação foram incorporados ao conjunto de detalhes do projeto os detalhes de montagem de partes críticas da instalação, conforme os **ANEXOS 5., 7., 8., 10., 11., 12. E 13..**

Estes detalhes seguem as recomendações contidas no Caderno de Encargos, o qual evidencia os detalhes a fim de ressaltar a segurança na utilização destes dispositivos.

Alguns detalhes pertencentes ao conjunto do projeto são exigidos pela norma NTC 9 01100, sendo necessário para a aprovação do projeto. Os mesmos estão nos **ANEXOS 3., 4., 6., 7., 9., 13.**

4.3. CONCLUSÃO

Procurou-se através desta planta baixa gentilmente cedida pela construtora citada, evidenciar os pontos tratados durante toda a pesquisa.

Este conjunto de desenhos pertencentes ao projeto elétrico são suficientes para primeiramente atender às solicitações do proprietário, posteriormente às normas técnicas e principalmente ao Caderno de Encargos e a Lista de Verificação desenvolvida neste trabalho.

No próximo capítulo desenvolve-se as conclusões gerais e as recomendações para futuros trabalhos.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES GERAIS

Inúmeras normas técnicas são elaboradas para oferecerem uma padronização e aspectos de segurança e qualidade aos usuários de diversos produtos e setores. Mas será que podemos globalizá-las? Será que a realidade de uma região pode ser comparada a outra? Será que são subsídios suficientes para projetistas?

Foi com esta intenção que iniciou-se esta pesquisa, ou seja, criar uma metodologia para auxiliar projetistas de sistemas elétricos residenciais, diferente das literaturas específicas referentes a elaboração de projetos elétricos, as quais realizam revisão geral da Engenharia Elétrica e somente após, é que tratam especificamente do projeto, o que geralmente dificulta o entendimento para estes profissionais.

Geralmente os projetistas de sistemas elétricos, especificamente residenciais, não são especialistas em Engenharia Elétrica, pois o próprio CREA confere a técnicos de construção esta competência.

Como então adaptar as literaturas existentes para elaborar projetos elétricos se o projetista não possui tantos conhecimentos na área assim?

Esta questão é respondida com a concretização deste trabalho que buscou levar subsídios aos projetistas de sistemas elétricos residenciais, os quais terão um Caderno de Encargos com especificações de acordo com os ambientes a serem projetados, e através da Lista de verificação uma conferência das etapas a serem tomadas.

No entanto, para isso, é claro que estes profissionais deverão possuir uma formação básica que os habilite, pois o trabalho não substitui as normas técnicas e as literaturas

específicas, mas sim atua como uma ferramenta prática, sucinta e objetiva para auxiliar a concepção do projeto.

No que diz respeito à Ergonomia muitas pesquisas necessitam ser feitas em relação a concepção, execução e utilização de instalações elétricas. Como contribuição a esta área de pesquisa, o trabalho desenvolvido salienta a importância de conhecimentos ergonômicos pelos profissionais atuantes no conjunto de projetos, necessidades de normas técnicas ergonômicas voltadas ao desenvolvimento de sistemas elétricos residenciais, levantamentos Antropométricos dos usuários destes sistemas e da elaboração de um manual de utilização dos equipamentos e instalações adaptados aos usuários.

Respondendo então a questão de pesquisa, evidentemente que otimizará a concepção do projeto bem como ressalta aspectos de segurança para os usuários e também torna o sistema dinâmico e operativo, conforme podemos visualizar nos desenhos das plantas inseridas nos anexos, através de uma linguagem apropriada para projetos elétrico, descritas no quadro de simbologias, **ANEXO 6**.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como seqüência desta pesquisa, podemos sugerir que se desenvolva trabalhos voltados especificamente a área residencial, em sistemas mais complexos, visando buscar uma racionalização de energia elétrica.

Uma deficiência no entanto, encontramos na etapa de utilização de qualquer produto ou sistema, onde a linguagem encontrada nos manuais dos usuários não são familiares e acessíveis a todos. Sugere-se então uma adaptação destes manuais a uma linguagem utilizada por todos, menos técnica e mais objetiva.

Como já foi mencionado durante o desenvolvimento desta pesquisa, o desenvolvimento de um manual de utilização das instalações elétricas conjugado a utilização do imóvel, facilitaria e tornaria mais otimizado o seu uso.

No que diz respeito a Ergonomia, desenvolver um estudo das necessidades dos usuários em relação das instalações e equipamentos, levando-se em conta suas características antropométricas e psicológicas.

Também em relação a Ergonomia, sugere-se a aplicação de conceitos Ergonômicos para projetos em especial, como creches, ambientes para portadores de alguma deficiência em especial, todos eles relacionados com a utilização e segurança das instalações elétricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Vanessa Adriano. **Modelagem dos custos para casas de classe média.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1996.
- COPEL, Companhia Paranaense de Energia. **NTC 9-01100 - Fornecimento em Tensão secundária de Distribuição.** Coordenação de Comercialização de Energia - CCD, Coordenadoria de Procedimentos e Tecnologia de Medição - CNMD. Curitiba, 1997.
- COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia Aplicada Ao Trabalho: o Manual Técnico da Máquina Humana.** Belo Horizonte: Ergo Editora Ltda, 1996. 383 p. vol. II.
- COTRIM, Ademaro Alberto Machado Bittencourt. **Manual de instalações elétricas.** 2a ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985. 434 p.
- COTRIM, Ademaro Alberto Machado Bittencourt. **Como projetar sistemas elétricos.** 1 ed. São paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. 343 p.
- DUL, J., WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática.** São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 1a ed. 1995. 147 p.
- GUBER, Nestor Daniel. **Responsabilidade no Projeto do Produto: Uma contribuição para a melhoria da segurança do produto industrial.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1998.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção.** São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 5a reimpressão. 1999. 465 p.
- KINDERMANN, Geraldo. **Choque Elétrico.** Porto Alegre: Sagra. 1a ed. 1995. 203 p.
- LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais.** 3ª ed. São Paulo: Érica, 1997. 260 p.
- MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas Industriais.** Rio de Janeiro: LTC, 4a ed. 1995. 656 p.
- NISKIER, Julio, MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações elétricas.** 3a ed. Rio de janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.^a, 1996. 532 p.
- PIRELLI, CESP. **Instalações Elétricas Residenciais: informações e recomendações.** São Paulo: Prêmio Editorial Ltda. 1a ed. 1992. 10 p.

PEREIRA, Alice T. Cybis. *Design*, desenvolvimento e meio ambiente. **Ver. Tecnologia & Humanismo/CEFET – Paraná, Curitiba**, n18, p. 57-60. Dez. 1998.

SANTOS, Neri dos, DUTRA, Ana Regina de Aguiar, et al. **ANTROPOTECNOLOGIA. A ergonomia dos sistemas de produção**. 1a ed. Curitiba: Genesis, 1997. 354 p.

SEIP, Günter G. **Instalações elétricas**. v. 1. São Paulo: EPU, 1982. 317 p.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - FÓRUM NACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **Conheça a ABNT - Normalização: um fator para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora e Gráfica Polar Ltda, 1994, 25p.

BAZZO, Walter Antonio, PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 4a ed. 1996. 272 p.

BEIRÃO JR., Humberto Francisco. **SIMLETEC: Um ambiente Educacional de simulação de uma instalação elétrica residencial utilizando multimídia interativa**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1998.

CAMARGO, Cornélio Celso de Brasil. **Gerenciamento pelo lado da demanda: Metodologia para identificação do potencial de conservação de energia elétrica de consumidores residenciais**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1996.

CAMPOS, José Luiz Dias, CAMPOS, Adelina Bitelli Dias. **Acidentes do Trabalho: responsabilidade penal, civil e acidentária do trabalho**. 1a ed. São Paulo: LTr, 1989. 80 p.

CEEE. **Regulamento de Instalações Consumidoras**. Porto Alegre: Superintendência comercial-CEEE. 4a ed. 1992. 125 p.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. Rio de Janeiro: LTC editora, 12a ed. 1991. 509 p.

DIAS, Jorge Luiz P.^a, SOUZA, Marcos Barros de, et al. **Intervenção ergonômica em posto de coleta de sangue**. Florianópolis, 55 p. Trabalho não publicado, orientado por Neri dos Santos - Dr. Ing.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes médicas, 4a ed. 1998. 338 p.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Ergonomic checkpoints: practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions**. Geneva: International Labour Office, 1996, 272 p.

- MOREIRA, Artur Carlos da Silva, WEBER, Cláudio José, et al. **Concepção ergonômica dos equipamentos e das instalações.** Florianópolis, 58 p. Trabalho não publicado, orientado por Neri dos Santos - Dr. Ing.
- PEDROSO, Marco Antonio Régner. **Método de avaliação de aspectos ergonômicos em produto de consumo.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, 1998.
- SANTOS, Venéti, ZAMBERLAN, Maria Cristina. **Projeto Ergonômico de Salas de Controle.** São Paulo: Fundacion Mapfre, 1992. 143 p.
- TECNOCAM, Tecnologia Avançada Ltda, **Autocad R13 - básico: Apostila de treinamento.** Joinville, SC, 117 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Biblioteca Universitária. Serviço de Referência. **Como fazer referências bibliográficas.** Disponível na internet. <http://www.bu.ufsc.br/>. 15 março de 1999.
- VERDUSSEN, Roberto. **Ergonomia: A Racionalização humanizada do trabalho.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 161 p.
- WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: Método & Técnica.** São Paulo: Ed. FTD: Oboré, 1987. 189 p.
- WOODSON, Wesley E. **Human Factors Design Handbook.** New York: Mc Graw-Hill, 1981. 1047 p.

ANEXOS

ANEXO 3. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o diagrama unifilar dos circuitos de alimentação

ANEXO 4. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o quadro de cargas da instalação

ANEXO 5. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhem de montagem do centro de distribuição - CD

ANEXO 6. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o quadro com as simbologias utilizadas no projeto

ANEXO 7. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhe entrada da alimentação pela concessionária

ANEXO 8. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhe do aterramento de proteção

ANEXO 9. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhe da localização da obra

ANEXO 10. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhe de ligação dos condutores aos pontos de luz

ANEXO 11. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhe de ligação das tomadas de uso geral e a posição dos condutores

ANEXO 12. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o detalhe de ligação dos condutores de alimentação e proteção do chuveiro

ANEXO 13. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta os detalhes de fixação dos eletrodutos nas caixas de saída, centro de medição e do aterramento do condutor neutro

ANEXO 14. Referente ao **CAPÍTULO 4.**, mais precisamente item 4.2. Apresenta o quadro com as observações do projeto

GLOSSÁRIO

- **ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- **Análise Ergonômica do Trabalho** - Segundo Santos (1997) é uma metodologia desenvolvida por ergonomistas composta por observações na situação real de trabalho originando um diagnóstico, um projeto de modificação e uma avaliação dos efeitos resultantes.
- **Antropometria** - Refere-se especificamente as medidas do corpo humano - Santos (1997).
- **Caderno de Encargos** - Documentação elaboradas a partir de normas e especificações para auxiliar ou dirigir a concepção de projetos.
- **DR** - Disjuntor por corrente residual.
- **Lista de Verificação** - Documentação utilizada para conferência e acompanhamento no desenvolvimento das etapas de um projeto.
- **Memorial Descritivo** - Documentação mais detalhada contendo todos os passos tomados no desenvolvimento do projeto.