

**TÉCNICO EM
EDIFICAÇÕES**

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



**TÉCNICO EM
EDIFICAÇÕES**

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	4
BOAS VINDAS	5
INFORMAÇÕES INTRODUTÓRIAS.....	6
ORGANIZAÇÃO CURRICULAR	6
SISTEMA DE TUTORIA.....	6
SISTEMA DE AVALIAÇÃO	6
VOCÊ E OS ESTUDOS À DISTÂNCIA.....	7
ORGANIZANDO OS ESTUDOS.....	7
CONHECENDO O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM.....	8
PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	9
ESTADO DA ARTE.....	109
ORIGEM.....	109
DEFINIÇÃO DE PROJETO	20
DOCUMENTAÇÕES TÉCNICAS DE UM PROJETO	21
ART.....	21
NORMAS TÉCNICAS PARA ELABORAÇÕES DE UM PROJETO ELÉTRICO	23
ETAPAS DE UM PROJETO	23
DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	26
RELATO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	27
ANÁLISE CRÍTICA	32

APRESENTAÇÃO

A **Escola Técnica Nossa Senhora Aparecida** com o intuito de se tornar referência em ensino técnico no Brasil, lança cursos técnicos em diversos eixos, de forma a atender uma demanda regional e estadual.

Por meio de um trabalho diferenciado o estudante é instigado ao seu autodesenvolvimento, aliando a pesquisa e a prática.

Essa competência e boa formação são os requisitos necessários para quem deseja estar preparado para enfrentar os desafios do mercado profissional. A escolha de um curso que aproxime teoria e prática e permita a realização de experiências contribui de maneira decisiva para a formação de um profissional comprometido com a qualidade e a inovação.

Ciente dessa importância a escola técnica Nossa Senhora Aparecida reuniu profissionais especialistas das áreas fins dos cursos propostos para fornecer cursos técnicos de qualidade para a comunidade da região.

Como escola de desenvolvimento tecnológico, na área de educação, através de um trabalho sério, realizado nos últimos anos no campo da educação básica, fortalece e amplia o seu programa de cursos, instituindo, em Goiás cursos técnicos de educação profissional.

Os cursos da Escola Técnica Nossa Senhora Aparecida são oferecidos na modalidade semipresencial, utilizando-se da plataforma Moodle ou Material Apostilado, mediado por professores formadores/tutores renomados. Além dos momentos presenciais, serão oferecidos no ambiente virtual: fórum de apresentação, fórum de notícias, slide com conteúdos pertinentes ao curso em questão, links de reportagens direcionadas, sistematização da aprendizagem.

BOAS VINDAS

Bem vindo à Escola Técnica Nossa Senhora Aparecida!

Prezado (a) Cursista,

Que bom tê-lo (a) conosco!

Ao ter escolhido estudar na modalidade à distância, por meio de um ambiente virtual de aprendizagem, você optou por uma forma de aprender que requer habilidades e competências específicas por parte dos professores e estudantes. Em nossos cursos à distância, é você quem organiza a forma e o tempo de seus estudos, ou seja, é você o agente da sua aprendizagem. Estudar e aprender a distância exigirá disciplina.

Recomendamos que antes de acessar o espaço virtual de aprendizagem, faça uma leitura cuidadosa de todas as orientações para realização das atividades.

É importante que, ao iniciar o curso, você tenha uma compreensão clara de como será estruturada sua aprendizagem.

Uma orientação importante é que você crie uma conta de e-mail específica para receber informações do curso, seus exercícios corrigidos, comunicados e avisos. É de responsabilidade do estudante verificar também sua caixa de spam-lixo para ter acesso a todas as informações enviadas.

Desejamos um ótimo curso.

INFORMAÇÕES INTRODUTÓRIAS

ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

Cada curso possui matriz curricular própria dividida em módulos de ensino semanais. O cronograma e planejamento de cada curso são modulados conforme as disposições dos professores e as atualizações dos conteúdos.

Os cursos têm apostilas de conteúdo para cada componente curricular, elaboradas por profissionais de referência em Goiás.

Os certificados serão emitidos pela Escola Nossa Senhora Aparecida até 90 dias após o término do curso, tendo em vista o trabalho de fechamento das notas e avaliação do curso.

SISTEMA DE TUTORIA

O tutor será o profissional que estará mais próximo de você durante o período do curso, passando todos os comunicados e avisos, cobrando a entrega das atividades.

Conte com o tutor da sua turma para tirar suas dúvidas sejam elas do ambiente virtual, conteúdo do curso ou dúvida e questionamentos sobre os exercícios.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO

A avaliação será obtida através da participação e da avaliação do nível de conhecimento que o estudante demonstrar em chats, fóruns e exercícios.

Ao término do curso será informado para os estudantes de forma individualizada sobre sua aprovação e desempenho no curso.

VOCÊ E OS ESTUDOS À DISTÂNCIA

ORGANIZANDO OS ESTUDOS

O estudo por meio de um ambiente virtual de aprendizagem não é mais difícil e nem mais fácil do que num ambiente presencial. É apenas diferente. O estudo à distância exige muita disciplina. As orientações a seguir irão auxiliá-lo a criar hábitos de estudo.

- Elabore um horário semanal, considerando a carga horária do curso. Nesse plano, você deve prever o tempo a ser dedicado:
 - à leitura do conteúdo das aulas, incluindo seus links para leituras complementares, sites externos, glossário e referências bibliográficas;
 - à realização das atividades ao final de cada semana;
 - à participação nos chats;
 - à participação nos fóruns de discussão;
 - ao processo de interação com o professor e/ou com o tutor;
 - ao processo de interação com seus colegas de curso, por mensagem ou por chat.

Uma vez iniciados os seus estudos, faça o possível para manter um ritmo constante, procurando seguir o plano previamente elaborado. Na educação à distância, é você, que deve gerenciar o seu processo de aprendizagem.

Procure manter uma comunicação constante com seu tutor, com o intuito de tirar dúvidas sobre o conteúdo e/ou curso e trocar informações, experiências e outras questões pertinentes.

Explore ao máximo as ferramentas de comunicação disponíveis (mensageiro, fórum de discussão, chat).

É imprescindível sua participação nas atividades presenciais obrigatórias (aulas), elas são parte obrigatória para finalização do curso.

CONHECENDO O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM

No ambiente virtual de aprendizagem também necessitamos de uma organização para que ocorram os processos de ensino, de aprendizagem e principalmente a interação entre professor/tutor e estudantes.

O ambiente virtual de aprendizagem da Escola Nossa Senhora Aparecida é o Moodle.

Em sua sala de aula, você encontrará espaços de comunicação e interação: quadro de notícias, atividades recentes, informações sobre o professor e sobre seus colegas de turma, calendário, recurso para o envio da sistematização ao seu tutor e ferramentas de comunicação.

Sucesso no seu Curso!

PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Assim como problemas elétricos impedem o bom funcionamento de um carro, a parte elétrica de uma casa pode dar muita dor de cabeça se não for feita de maneira correta e por um bom profissional.

Infelizmente, muitas pessoas não entendem a importância de um projeto para sua casa ou apartamento, e a falta de um bom projeto elétrico residencial também pode gerar futuros contratempos.

Por exemplo, quando você decidir instalar um novo equipamento, como um sistema de alarme e não souber por onde passa a fiação ou se há capacidade para mais um aparelho, será o projeto elétrico residencial que detalhará a bitola do fio, por onde está passando a fiação, qual disjuntor pode ser desligado sem comprometer toda a eletricidade da casa entre outros.

Muitas pessoas desconhecem a existência desse tipo de projetos e da sua complexidade e por tal razão, dispensam a contratação de um engenheiro eletricista para a elaboração do projeto elétrico, sujeitando-se a riscos indesejáveis e evitáveis como: incêndios, choques, gastos excessivos com materiais elétricos e consumo maior de energia por falhas no correto dimensionamento e proteção das instalações elétricas.

A instalação elétrica é uma das etapas mais importantes de uma construção, e todo imóvel residencial deve ter o seu projeto elétrico preparado de acordo com as normas técnicas para instalações elétricas de baixa tensão.

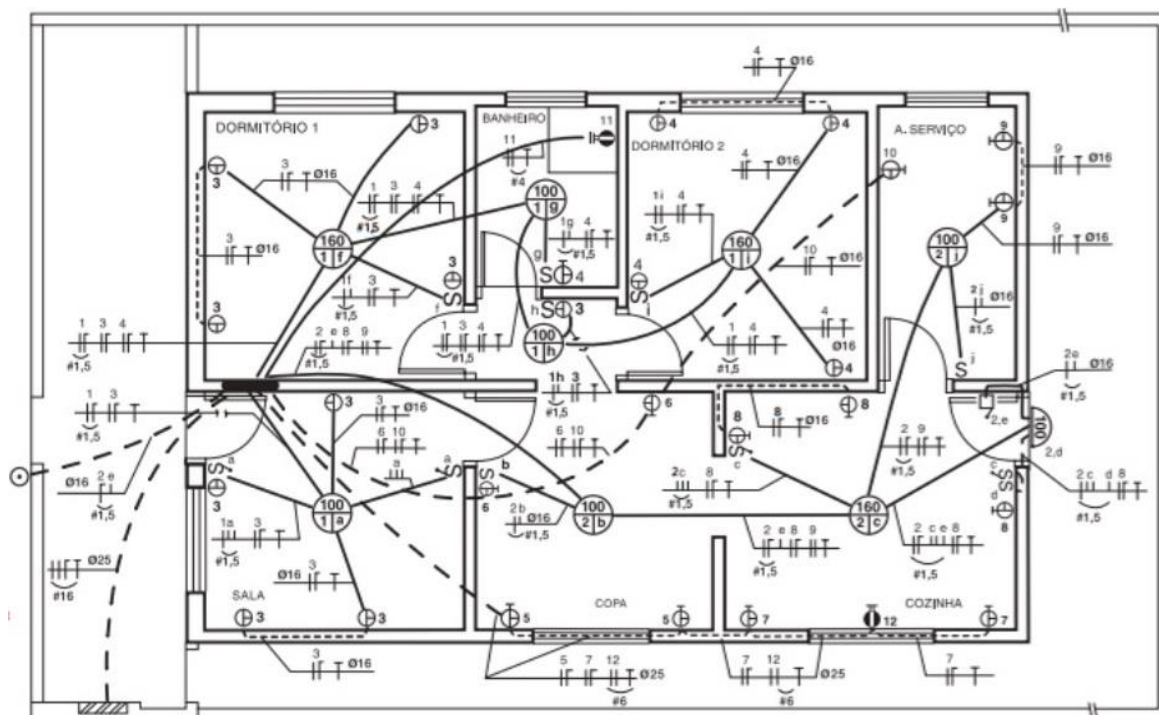
O objetivo do projeto é garantir um bom funcionamento da parte elétrica, e deve prever segurança, funcionalidade, capacidade de reserva, flexibilidade, acessibilidade, condições de fornecimento e continuidade da energia elétrica.

Muitas vezes, os imóveis novos contam com a garantia de alguns anos e, mesmo assim, é incômodo ter que lidar com problemas de construção e de estrutura, quando a única preocupação dos moradores deveria ser aproveitarem a casa e realizarem a manutenção necessária para sua preservação. O projeto define de que forma a energia elétrica será conduzida, e deve ser elaborado de acordo com as normas vigentes, com um bom planejamento da instalação, não economizando em tomadas e pontos de iluminação, quanto mais existirem, menos problemas terá com gambiarras.

Com isso, é possível evitar erros de dimensionamento de condutores, eletrodutos, dispositivos de proteção, e planejar como será, na prática, o funcionamento de toda a fiação elétrica e possíveis instalações, como ar condicionado ou um sistema de alarme.

Alguns conhecimentos são indispensáveis para a execução do trabalho de uma instalação elétrica, e com certeza evitará que, no futuro, os moradores da casa em questão tenham dificuldades com qualquer tipo de instalação.

O que é um projeto elétrico residencial



O projeto elétrico residencial é a representação gráfica e escrita da instalação com todos os seus detalhes, como a localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajeto dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito, carga total, etc.

Todas as instalações são definidas em um projeto elétrico elaborado por um profissional especializado ainda na planta feita pelo arquiteto.

O projeto elétrico determina o porte da instalação, estabelece circuitos e especifica os materiais que serão usados na obra.

Também cabe ao projeto definir pontos de luz e eletricidade da edificação a partir de uma avaliação das necessidades de cada ambiente e dos possíveis aparelhos eletrônicos que serão instalados.

Os projetos elétricos são dimensionados de acordo com as necessidades do cliente, e adequados para trazer um melhor conforto e interação na sua utilização, de uma maneira geral, compreende quatro partes:

- Memória, em que o projetista justifica, descreve a sua solução;
- Conjunto de plantas, esquemas e detalhes que deverão conter todos os elementos necessários à perfeita execução do projeto;
- Especificações, onde se descreve o material a ser usado e as normas para a sua aplicação;
- Lista de Materiais, onde é levantada a quantidade de materiais.

Vantagens de um projeto elétrico residencial

Os profissionais que realizam o projeto elétrico residencial garantem aos futuros moradores a qualidade e segurança de manterem a residência estável e com locais pontuais que poderão ser alvo de instalações e alterações futuras. Descrevemos abaixo algumas das principais vantagens da contratação de profissionais que oferecem o projeto elétrico residencial, como:

- Projeto realizado conforme as normas vigentes;
- Dimensionamento correto e personalizado de acordo com as necessidades do cliente;
- Lista detalhada de materiais para orçamento, evitando sobras e desperdícios;
- Redução no custo da obra;
- Facilidade em eventuais manutenções;

Desvantagens de um projeto elétrico residencial

Mas em contrapartida, a não realização de um projeto elétrico, ou um projeto mal feito, também pode resultar em:

- Instalações desconformes as normas vigentes;
- Superdimensionamento de circuitos;
- Subdimensionamento de circuitos;
- Falta de segurança nas instalações;
- Custos ficam mais elevados devido ao superdimensionamento.

Observa-se também, que a falta de planejamento, pode causar muitos problemas como na execução, afetando de forma importante os prazos de conclusão de projetos.

Para elaborar um projeto elétrico perfeito, é obrigatório compreender as normas técnicas exigidas para projetos de acordo com a especificação do projeto, preocupando com a segurança das pessoas e a funcionalidade da instalação, e conservação da energia elétrica.

Normas técnicas de um projeto elétrico residencial

As fases que integram a elaboração de um projeto elétrico residencial, são muito importantes para determinarmos o modo correto de execução das atividades.

Portanto, torna-se obrigatório o uso do conhecimento e aplicação responsável das regras especificadas pela NBR-5410, visando obter uma instalação segura e com qualidade.

Uma norma brasileira registrada (NBR) é um documento elaborado segundo procedimentos e conceitos emanados de um sistema nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial (SINMETRO).

Segundo a Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e demais documentos legais desta decorrente, são resultantes de todo um processo de consenso nos diferentes fóruns do sistema os quais são integradas por entidades públicas e privadas, entre elas a ABNT, que exerce atividades relacionadas com metrologia e normalização.

No Brasil, o projeto, a execução e a manutenção das instalações elétricas residenciais são regidos pela norma NBR 5410/2004, vigente, que, diga-se de passagem, é bastante enfática quanto à segurança das pessoas e de bens patrimoniais em todas as suas prescrições e recomendações técnicas.

A norma também estabelece que instalações elétricas de baixa tensão devem operar em um limite estabelecido de até 1000 volts como o limite para a baixa tensão em corrente alternada e de 1500 volts para a corrente contínua, sendo a frequência máxima de aplicação desta norma de até 400 Hz.

Quem pode fazer projetos elétricos residenciais

Antes de fazer na prática todos os passos na realização de um projeto elétrico, é importante lembrar que um projeto elétrico é diferente da instalação elétrica.

Ambos os serviços devem ser feitos por um profissional capacitado, mas, em momentos diferentes, sendo que o projeto técnico pode ser feito por um engenheiro com graduação superior ou por um técnico.

Estes profissionais, devem estar devidamente cadastrados no CREA, e com autorização para realização de um projeto elétrico, com conhecimento das normas técnicas.

Passos de um projeto elétrico

#1. Calcule a área e o perímetro de cada cômodo

Estude com o cliente e/ou arquiteto de todos os desenhos constantes do projeto de arquitetura (plantas baixas, cortes e detalhes importantes).

De posse da planta baixa da residência, nossa primeira etapa, será o levantamento do quadro de cargas da instalação.

Neste primeiro passo iremos calcular a área e o perímetro de cada cômodo da nossa instalação, este passo é importante para que possamos determinar a potência da iluminação e tomadas de uso geral dentro da residência.

#2. Dimensionamento dos circuitos

O dimensionamento é todo um projeto de carga e potência a ser instalado em um circuito elétrico, evitando assim prejuízo em sua instalação elétrica.

Os critérios para realizar este dimensionamento, estão definidos na Norma Técnica da ABNT aplicável e o projeto, e foi dividida em iluminação, tomadas e tomadas de uso específico.

Iluminação

Para dimensionar a iluminação da residência, a norma NBR 5410 recomenda que em cada cômodo ou dependência da residência, seja previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100VA comandado por um interruptor de parede.

Então, a potência de iluminação igual a 100VA para os primeiros 6m² e soma-se 60VA para cada 4m² inteiros.

Tomadas de uso geral (TUG)

Em uma instalação elétrica, as tomadas são classificadas como tomadas de uso geral (TUG) e podem ser usadas para alimentar qualquer aparelho comum a escolha do usuário.

Para calcular o número mínimo de tomadas de uso geral para cada cômodo conforme estabelecido pela norma, iremos utilizar o perímetro de cada cômodo, sendo pelo menos uma tomada de 100VA a cada 5 m ou fração de perímetro, distribuídas o mais uniforme possível, porém, caso o cômodo seja pequeno ou inferior a 6m², devemos considerar pelo menos uma tomada, com 100VA.

Como toda regra possui sua exceção, neste caso iremos descrever algumas exceções importantes como:

No caso do banheiro, é necessário um ponto de tomada, e neste caso terá uma potência mínima de 600VA junto ao lavatório.

Em copa, cozinhas, copa-cozinha, área de serviço, lavanderias e similares, a atribuição de tomadas segue utilizando o critério de uma tomada a cada 3,5m ou fração de perímetro.

A potência mínima será de 600VA para as três primeiras tomadas e 100VA para as demais, e acima de cada bancada (pia), com largura igual ou superior a 30cm, deve ser prevista pelo menos uma tomada.

Em subsolos, varandas, garagens, sótãos, halls de escadarias, e locais análogos, devem ser previstos no mínimo uma tomada de 100VA.

É importante salientar, que o proprietário poderá desejar um número maior de tomadas além do que foi calculado, então é importante orientar bem o seu cliente.

Tomadas de uso específico (TUE)

Além das tomadas de uso geral, temos as tomadas de uso específico (TUE), que são destinadas a alimentar um equipamento especial, como por exemplo, um ar condicionado, ou um chuveiro que pode ter uma potência de 4400 Watts.

Neste caso, vale lembrar que alguns equipamentos domésticos consomem mais energia e isso precisa ser discutido na fase de projeto para que sejam planejados circuitos específicos, com mais potência.

#3. Levantamento da potência total da instalação

Depois de definida a potência de todos os cômodos, podemos calcular a potência total prevista para a instalação elétrica residencial, para determinar o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada.

Este processo se inicia, realizando o somatório de todas as potências de iluminação, a potência das tomadas, e as potências das tomadas específicas.

Neste caso, é necessário compreender que as lâmpadas e tomadas apresentam fator de potências diferentes, sendo que, para a iluminação a potência total está em VA (Volt Ampere) e deve-se multiplicar pelo fator de potência adotado, que geralmente é 1.

Assim também, as tomadas de uso geral, que estão com a potência total em VA (Volt ampere), deve ser multiplicado por um outro fator de potência adotado, que geralmente é 0,85.

As tomadas de uso específico já estão na unidade correta que é em W (Watt), e deve-se consultar a potência que é fornecida pelo fabricante, sendo que cada aparelho deve ter sua própria tomada.

Por fim, ao realizar o somatório de todas essas potências em W (Watt), teremos a potência total da instalação, sendo assim, será necessário verificar com a sua concessionária de energia local, em qual situação irá se enquadrar o seu tipo de fornecimento (monofásico, bifásico, trifásico), a tensão de alimentação e o padrão de entrada.

#4. Divisão dos circuitos da instalação

Uma outra etapa importante da instalação, é sem dúvidas, como a instalação elétrica será dividida na residência.

De acordo com a norma NBR 5410, a instalação deve ser dividida em quantos circuitos forem necessários para iluminação, tomadas e tomadas específicas.

Por recomendação a norma exige que cada circuito não ultrapasse 10 A, isso significa que em um circuito de 127 V seria equivalente a no máximo 1270 VA e em 220 V seria 2200 VA de potência.

Essa divisão facilita a operação e a manutenção da instalação, permitindo o seccionamento apenas do circuito defeituoso, reduzindo a interferência entre os pontos de utilização, e também a queda de tensão e a corrente nominal.

Este processo é realizado no quadro de distribuição, que é o centro de distribuição de toda a instalação elétrica da residência.

#5. Dispositivos de Proteção

Dispositivos de proteção são dispositivos instalados junto aos circuitos elétricos a fim de proteger as pessoas contra choques elétricos, proteger o circuito elétrico (condutores) e o patrimônio contra incêndios originados por curtos-circuitos.

Em instalações elétricas residenciais, podemos citar o uso comum dos disjuntores termomagnéticos que consiste no dimensionamento dos disjuntores de baixa tensão a serem utilizados no quadro de distribuição, e o disjuntor DR, que tem a função principal proteger as pessoas ou o patrimônio contra fugas à terra.

Estes dispositivos servem para interromper automaticamente a parte elétrica, e devem ser previstos em cada circuito parcial de iluminação e tomadas que ultrapassem 10 A.

Também devem conter essa proteção as tomadas de uso específicos, de modo que níveis de correntes que poderiam causar danos aos condutores sejam interrompidos em período adequado.

Há duas condições que devem provocar a atuação dos dispositivos de proteção: sobrecargas e curto circuito, neste caso, ele interrompe o fluxo de energia instantaneamente, quando há uma corrente superior à que ele suporta, reduzindo os prejuízos aos equipamentos ligado a ele.

#6. Simbologia elétrica do projeto

Você realizou o dimensionamento da instalação, definiu os pontos de iluminação, tomadas, e tomadas de uso específico, porém chegou a hora de representa-los na planta baixa do seu projeto elétrico.

Seria muito complicado reproduzir exatamente os componentes de uma instalação, por isso, utilizamos símbolos gráficos onde todos os componentes estão representados.

Existem muitos padrões para simbologia elétrica em projetos de instalações elétricas, porém aqui no Brasil, a norma técnica que especifica os símbolos padrões em nosso país é a NBR 5444/89, norma cancelada sem substituição no final de 2014, mas largamente ainda utilizada pela maioria dos projetistas.

A simbologia apresentada nesta norma é baseada em figuras geométricas simples para permitir uma representação clara dos dispositivos elétricos.

Apesar de haver variações na utilização de simbologias em projetos elétricos, é sempre importante constar no projeto uma legenda que identifique cada símbolo e o que ele representa.

Portanto, na planta baixa devemos no mínimo representar: a localização dos pontos de consumo de energia elétrica como pontos de luz e tomadas, com seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados, a posição dos eletrodutos, quadros de distribuição, divisão dos circuitos e condutores.

#7. Lista de materiais e orçamento

Antes de partir para a execução do projeto elétrico residencial, é necessário medir, contar, somar e relacionar todo o material a ser empregado e que aparece representado na planta do projeto.

Essa lista deve conter todos os materiais como os condutores, disjuntores, eletrodutos, e os demais componentes para fazer a instalação.

Quando o projeto elétrico é entregue, segue junto uma lista dos materiais que irão ser utilizados para montar a estrutura na residência.

Com uma lista em mãos, é possível orçar com várias empresas, organizar as compras, pagamentos, e controlar o uso dos materiais e a montagem.

A vantagem de entender sobre materiais elétricos está na chance de economizar na hora da compra, pois você também saberá o que é necessário.

Para medir quantos metros de fiação serão necessários e de eletrodutos, é necessário medir diretamente na planta, essa medida pode ser feita por uma régua simples no projeto, ou no próprio Autocad ou software utilizado.

É muito importante compreender a escala que é utilizada no projeto e fazer a conversão para metros corretamente. Em um projeto com escala 1:100, significa que a cada 1 cm no desenho seria correspondente a 100 cm nas dimensões reais.

Como a medida dos eletrodutos é a mesma dos fios que por ele passam, efetuando-se o levantamento dos eletrodutos, simultaneamente estará se efetuando também o tamanho da fiação.

#8. Você precisa ter domínio de um software

Você precisa saber manusear um software de projetos elétricos, assim como você utiliza Word para elaborar seus documentos, é muito importante, ter um pouco de domínio sobre um software específico dessa área.

Durante a minha graduação, meu primeiro projeto elétrico, foi feito à mão, então você pode imaginar como ficou aquela quantidade de rabiscos, uma experiência nada agradável!

Sem sombra de dúvidas, os softwares facilitam o manuseio do projeto, alguns já possibilitam a inserção da simbologia elétrica pronta, basta apenas adicionar a planta do projeto.

Existem vários softwares para elaborar projetos elétricos, mas o mais utilizado pelos Engenheiros, é sem dúvidas o AutoCad da Autodesk.

Benefícios de um projeto elétrico residencial



É muito importante saber dimensionar a instalação e o pleno conhecimento das normas técnicas que determinam e auxiliam a realização do projeto.

O bom projetista é movido por senso de responsabilidade, e um projeto bem estruturado por um profissional qualificado e devidamente registrado, pode garantir uma execução competente com garantias de segurança e funcionalidade das instalações elétricas.

Recomendamos seguir os passos de forma correta e sempre buscar se atualizar conforme as normas exigidas em cada especificação de projeto.

Lembrando que todas essas informações sobre projetos elétricos podem ser encontradas no livro de instalações elétricas de baixa tensão publicados pela ABNT.

Neste livro, contém todas as informações e condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, para garantir o bom funcionamento da instalação e a segurança de pessoas, animais e conservação dos bens.

A NBR5410 – Instalação elétrica em Baixa Tensão

A partir desta norma podemos estruturar todos nossos conceitos referente a instalação elétrica de baixa tensão, desde o simples cálculo de área visando o dimensionamento de potência de iluminação e o cálculo de perímetro para quantificarmos a potência estabelecida para as famosas TUG's de nossa instalação elétrica até conceitos de dispositivos de proteção e aterramento.

Área e Perímetro

Para darmos início ao dimensionamento elétrico de uma residência deveremos relembrar alguns conceitos básicos como, por exemplo, cálculos simples e muito importantes, são eles:

- Área
- Perímetro

Cálculo de Área

Podemos considerar a área como sendo a determinação da superfície de um elemento trigonométrico. Para que possamos entender o dimensionamento elétrico de uma residência devemos conhecer no mínimo o cálculo de três figuras geométricas, a saber:

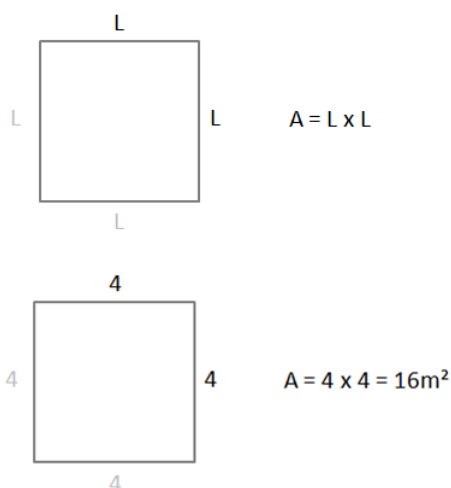
- Área do quadrado
- Área do retângulo
- Área do triângulo

Área do quadrado e retângulo

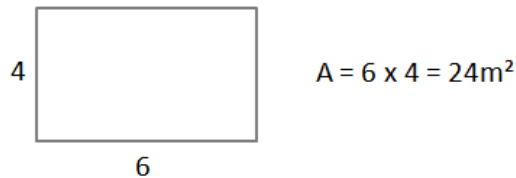
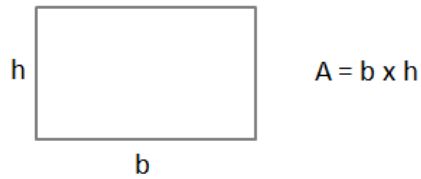
Sabemos que o quadrado ou o retângulo são representados por uma figura plana com quatro lados onde estes formam ângulos retos entre si. Assim, teremos o seguinte cálculo a ser considerado:

Exemplos

Exemplo de Cálculo de Área do quadrado



Exemplo de cálculo de área do retângulo

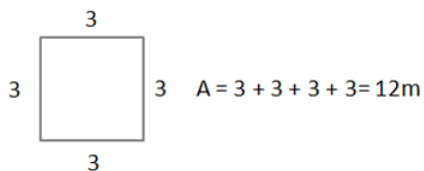
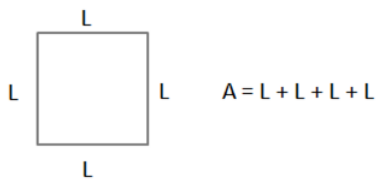


Perímetro do quadrado e do retângulo

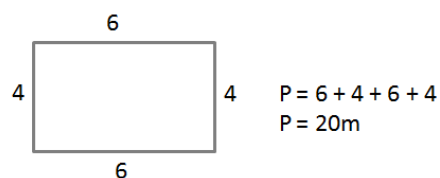
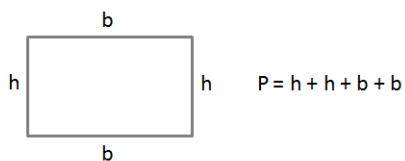
Considera-se como perímetro a dimensão obtida através da somatória dos lados de um símbolo trigonométrico. Sendo assim, podemos considerar o exemplos abaixo.

Exemplos

Exemplo de cálculo de perímetro do quadrado

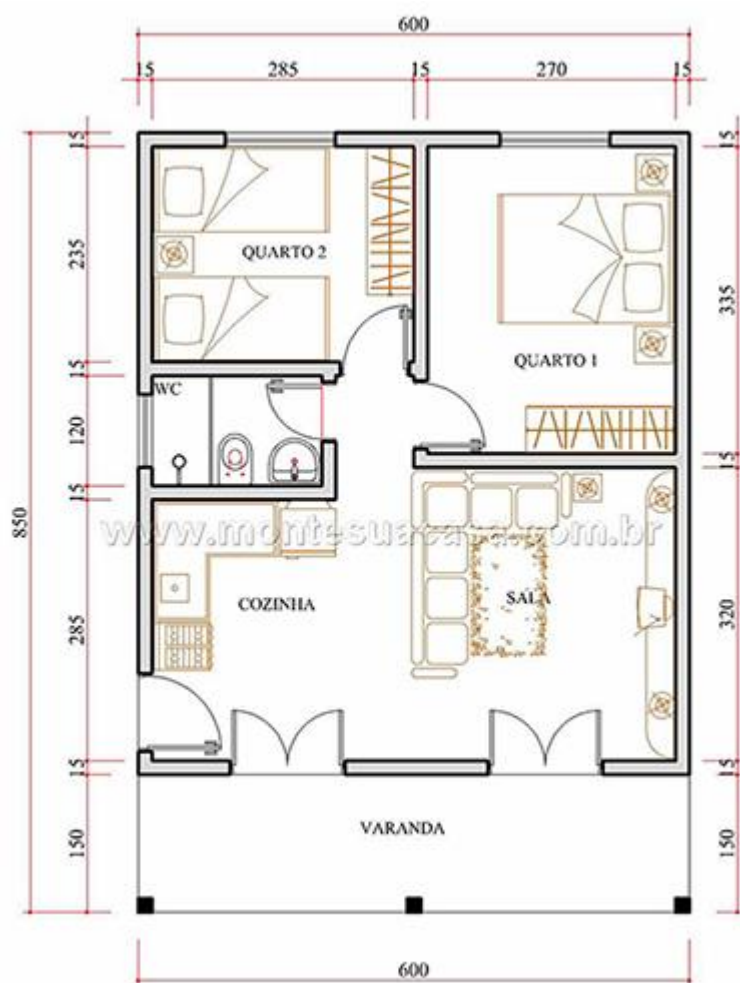


Exemplo de cálculo de perímetro do retângulo



Planta Baixa

Não perca nosso próximo artigo: Dimensionamento de área e perímetro de planta baixa residencial. Nele consideraremos como exemplo a planta a seguir:
Esta planta foi obtida no site: Monte sua Casa:



Gerenciamento de Mão de Obra

Por fim, é também de extrema importância para o projeto elétrico que o profissional em questão tenha uma tabela com os horários em que cada um dos homens pode realizar a mão de obra necessária na instalação elétrica.

Essa tabela poderá facilitar tanto o pagamento dos homens, como a própria organização do trabalho, servindo como se fosse uma tabela de escala de trabalho.

Assim, já deu para notar que são variados os componentes e produtos que devem ser comprados e os procedimentos que devem ser avaliados antes da realização de um projeto elétrico.

Em primeiro plano, todos eles devem estar em mãos do profissional responsável pela obra, para que se torna, então, possível a realização da mesma sem quaisquer problemas envolvendo os materiais, componentes, e outros aspectos essenciais que devem ser definidos antes mesmo do início do projeto elétrico.

Normas Técnicas

O universo da eletricidade é tão vasto que seguramente em todos os empreendimentos a energia elétrica está presente, nas residências, nos edifícios, na indústria, etc.

Para que a energia elétrica possa ser utilizada em residências, prédios e indústrias são necessários a montagem de um conjunto de condutores elétricos, proteções, controles e acessórios especialmente instalados para tal finalidade e que são regidos por normas técnicas específicas,

principalmente a **NR-10** (Segurança em instalações e serviços em eletricidade) e a **NBR-5410** (Instalações elétricas em baixa tensão), entre outras não menos importantes.

Enfim, é a este conjunto de componentes elétricos, dispositivos de segurança, condutores e normas técnicas específicas que chamamos de “**Instalações Elétricas Prediais**”.

ESTADO DA ARTE

No Brasil, o projeto, a execução e a manutenção das instalações elétricas prediais são regidos pela norma NBR 5410/2004, vigente, que, diga-se de passagem, é bastante enfática quanto à segurança das pessoas e de bens patrimoniais em todas as suas prescrições e recomendações técnicas.

Uma norma brasileira registrada (NBR) é um documento elaborado segundo procedimentos e conceitos emanados de um sistema nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial (**SINMETRO**), segundo a Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e que demais documentos legais desta decorrente, são resultantes de todo um processo de consenso nos diferentes fóruns do sistema os quais são integradas por entidades públicas e privadas, entre elas temos a ABNT, que exerce atividades relacionadas com metrologia, normalização, qualidade industrial e certificação de conformidade.

O órgão executivo do SINMETRO é o INMETRO, e dentro do SINMETRO, a ABNT tem sido reconhecida como o único fórum de normalização brasileiro até o momento.

A regulamentação da NBR 5410 se deve em boa parte a evolução técnica e aos interesses de diversas entidades envolvidas nos processos de projetos, execução e manutenção das instalações elétricas, bem como, a fabricação de componentes e equipamentos elétricos, da prestação de serviços dos laboratórios de ensaios e de órgãos certificadores.

Só para se ter uma ideia, a norma NBR 5410 já passou por cinco revisões desde a sua criação, a saber:

- 1941 - Primeira edição;
- 1960 - Segunda edição;
- 1980 - Terceira edição;
- 1990 - Quarta edição;
- 1997 - Quinta edição;
- 2004 - Sexta edição.

Esta última edição de 2004 foi classificada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como sendo a segunda edição revisada e atualizada e que até os dias de hoje é a norma vigente no país.

Seus limites de aplicação têm como base a tensão de alimentação, e vão desde 1 KV para circuitos alimentados por tensões alternadas com frequências inferiores a 0,4 KHz e chegam a 1,5 KV para circuitos alimentados por tensões contínuas.

ORIGEM

O hospital Dr. José Pedro Bezerra está situado na Rua. Araquari, S/Nº, Conjunto Santa Catarina, Natal / RN – CEP 59.110.390 sob o CNPJ 08.735.254/0001-60.

Nele são oferecidos serviços padrões de um hospital geral:

- Urgências nas Especialidades de Clínica Médica,
- Cirurgia Geral,
- Neonatologia,
- Ginecologia e Obstetrícia.

Além disso, a unidade é maternidade estadual de referência em gestação de alto risco e uma das quatro unidades de saúde no Estado que dispõe do Programa de Internação Domiciliar (PID), para dar suporte aos idosos em suas residências.

Localizado na Zona Norte de Natal, o Hospital Dr. José Pedro Bezerra recebe uma demanda expressiva de usuários do SUS (Sistema Único de Saúde), pois atende a população tanto dessa região da cidade – que abriga cerca de 300 mil habitantes, quanto o considerável volume de pacientes oriundos dos municípios da Grande Natal e do interior do Estado.

É considerado o segundo maior estabelecimento de saúde de Natal/RN e o Governo do Estado investiu cerca de R\$ 2 milhões na reforma, ampliação e aquisição de equipamentos para o Hospital Dr. José Pedro Bezerra na zona Norte da cidade de Natal.

A ampliação contemplou a construção de um novo centro cirúrgico, com quatro novas salas de cirurgia, Centro de Reabilitação Oral com seis leitos, posto de enfermagem, salas de estar, de equipamentos e guarda de material esterilizado, além de uma central de esterilização e uma farmácia, agregando cerca de 391 m² à área do hospital.

Além das novas alas, o centro obstétrico, de internação e de espera de urgência foi totalmente reformado, melhorando as condições de trabalho da equipe de profissionais que atuam no hospital e ampliando a capacidade de atendimento à população.

No setor de urgência, foram criados 18 novos leitos, dos quais 12 pediátricos e seis para alojamento conjunto.

Apesar da magnitude desta reforma, este trabalho se detém apenas aos detalhes técnicos das instalações elétricas desenvolvidas neste EAS, especificamente as instalações elétricas executadas na reforma do centro obstétrico em sua 1ª etapa.

DEFINIÇÃO DE PROJETO

Segundo a **NBR 5679/77** o termo projeto é apresentado como definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de uma obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais.

Em sentido mais abrangente “**Projetar**”, significa apresentar soluções possíveis de serem implementadas para a resolução de determinados problemas visando um objetivo comum.

Em um projeto de instalações elétricas, são fundamentais que fiquem caracterizados e identificados todos os elementos ou as partes que compõem o projeto. Basicamente qualquer projeto elétrico em uma edificação se constitui em:

- Quantificar e determinar os tipos e localizações dos pontos de utilização da energia elétrica;
- Fazer o dimensionamento definindo o tipo e o percurso de cabos e eletrodutos;
- Fazer o dimensionamento definindo o tipo e a localização dos pontos de medição de energia elétrica com malha de aterramento (conforme normas da concessionária local), dispositivos de manobras e de proteção, e, demais acessórios inerentes a instalação.

DOCUMENTAÇÕES TÉCNICA DE UM PROJETO

É o conjunto de conhecimentos e técnicas disponibilizadas para um determinado fim, fixada materialmente e disposta de maneira que se possa utilizar para consulta ou estudo, permitindo a posterior execução do projeto.

Toda projeto de instalação elétrica é na realidade uma representação gráfica e escrita de toda a

instalação, e deve conter no mínimo a seguinte documentação técnica, segundo NBR 5410/04 em seu item 6.1.8.1 – Pag.87:

- Plantas;
- Diagramas unifilares e outros, quando aplicáveis;
- Detalhes de montagem, quando necessários;
- Memorial descritivo da instalação;
- Especificações dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
- Parâmetros do projeto (Correntes de curto circuito, queda de tensão, fatores de demanda, temperatura ambiente, etc);
- Memorial de cálculo – Envolve o dimensionamento de condutores, condutos e proteções.

De acordo com a NBR 5410/04 em seu item 6.1.8.2 – Pag.87, depois de concluída a instalação elétrica, a documentação originada acima, deve ser revisada e atualizada de maneira fidedigna ao que foi executado, é o que se denomina de projeto “**As Built**”, e, estas atualizações podem ser realizadas tanto pelo projetista, como pelo executor ou por outro profissional devidamente habilitado, conforme acordado previamente entre as partes.

De posse desta documentação, a mesma deve ser encaminhada para análise e aprovação da concessionária local.

ART

São anotações de responsabilidade técnica junto ao CREA local, instituída pela lei federal 6.496/77 e regulamentada pelas resoluções 317/86, 394/95, decisão Normativa 064/99 entre outros.

A (ART) descreve o objeto do projeto, o qual, na forma da legislação vigente, estará à responsabilidade do autor do projeto, e, cada projeto terá o seu respectivo registro no CREA, através da (ART).

Segundo a NBR 5410/04 em seu item 6.1.8.3 deve-se também elaborar um manual para o usuário, redigido em linguagem acessível predominantemente para pessoal classificado como “**BA1 – Leigos**” segundo a Tabela 01, principalmente em unidades residenciais e pequenos locais comerciais, onde não exista uma equipe permanente de operação, supervisão e/ou manutenção, contendo no mínimo os seguintes elementos:

- Esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;
- Potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível;
- Potências máximas previstas nos circuitos terminais deixados como reserva, quando for o caso;
- Recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes no(s) quadro(s).

Tabela 01 – Competência das Pessoas

Cód.	Classificação	Características	Aplicações E Exemplos
BA1	Comuns	Pessoas inadvertidas	-
BA2	Crianças	Crianças em locais a elas destinados (1)	Creches, Escolas

BA3	Incapacitadas	Pessoas que não dispõem de completa capacidade física ou intelectual (Idosos, doentes).	Casas de repouso, EAS.
BA4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (Pessoal de Manutenção e/ou operação	Locais de serviço elétrico.
BA5	Qualificadas	Pessoas c/ conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar Os perigos da eletricidade (Engenheiros e técnicos).	Locais de serviço elétrico fechado.
(1) Esta classificação não se aplica necessariamente a local de habitação.			

Fonte: Tabela 18 (Pag.30), da NBR 5410/04

5.2 Memorial de Cálculo

O memorial de cálculo deve conter todos os principais cálculos e dimensionamentos incluindo previsões de cargas, determinação da demanda provável, dimensionamento de condutores, eletrodutos e dispositivos de proteção.

5.3 – Memorial Descritivo

Descreve sucintamente o projeto incluindo os dados e a documentação do projeto.

5.4 Lista de Material

Descrição de todo material que será utilizado nas instalações incluindo quantidades, valores e especificações técnicas.

NORMAS TÉCNICAS PARA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO

Todo projeto deve ser elaborado segundo alguns critérios e normas técnicas vigentes e outras que se fizerem necessárias, a saber:

a) Acessibilidade

Os componentes e linhas elétricas devem ser dispostos de forma a facilitar sua operação, inspeção, manutenção e acesso as suas conexões.

b) Flexibilidade

O projeto deve ter previsões para pequenos ajustes ou alterações que se fizerem necessárias além de reserva de carga;

c) Confiabilidade

Um projeto deve garantir a usuários e patrimônio segurança e um perfeito funcionamento das instalações elétricas obedecendo às normas técnicas vigentes, a saber:

- NBR 5444/89 – Símbolos gráficos para instalações prediais;
- NBR 5410/2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas (SPDA);
- NBR 14039/2003 - Aterramento e Proteção contra choques elétricos e sobre correntes;
- Norma específica aplicável da concessionária local onde se situa a edificação ou empreendimento.

ETAPAS DE UM PROJETO

A primeira etapa para elaboração de um projeto consiste basicamente no levantamento de informações iniciais que orientarão o projetista para sua execução, a saber:

- Estudo com o cliente e/ou arquiteto de todos os desenhos constantes do projeto de arquitetura (plantas baixas, cortes e detalhes importantes);
- Verificação dos demais sistemas a serem implantados (hidráulicos, tubulações, ar condicionado, etc);
- Cronograma da obra (Prazos de início e fim, datas, custos iniciais, etc).

Nesta fase são determinados:

- Os tipos de linhas elétricas a serem utilizados em função da característica do local.
- A verificação dos setores/equipamentos que precisam de energia ininterrupta (CPDs, centros cirúrgicos, etc) e iluminação de segurança;
- A estimativa preliminar da potência instalada com determinação e locação das principais cargas da instalação;
- O uso previsto para todas as áreas da edificação; limitações físicas à instalação;
- O arranjo (“lay-out”) dos equipamentos de utilização previstos;
- As características elétricas dos equipamentos de utilização previstos;
- A locação da entrada de energia.

Com a coletânea destas informações preliminares é que são geradas as plantas e tabelas com a classificação de todas as áreas quanto às influências externas.

O fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição aqui no nordeste, é feito pela concessionária COSERN com tensões na ordem de 380/220V para área urbana e 440/220V para área rural com potência instalada $\leq 75 \text{ Kw}$.

Segundo manuais da COSERN, para ligações monofásicas a potência instalada deve ser ($\leq 15\text{Kw}$) com tensão de alimentação entre fase e neutro de 220V, e, para ligações trifásicas, a potência instalada situa-se entre 15 e 75 kw, com tensão de alimentação de 380V entre fases, e, 220V entre fase e neutro.

Quanto a quantificar da instalação elétrica, o projetista deve determinar a quantidade ou o valor por intermédio da previsão de cargas dos dispositivos inerentes a instalação, como a quantidade de tomadas e pontos de iluminação.

SIMBOLOGIA CONFORME A NBR 5444/89

É a representação gráfica no projeto, de todos os pontos de iluminação, TUG's e TUE's, condutores e condutos de uma instalação elétrica predial.

Esses pontos deverão ser distribuídos na planta de elétrica tendo como convenção a simbologia da NBR-5444/89, que é a norma vigente para simbologia em instalações prediais.

- **Geometrias Básicas dos Símbolos - NBR 5444/89 (Item 4.1.4)**

Para permitir uma representação adequada e coerente dos dispositivos elétricos na planta, a norma NBR 5444/89, se baseia na conceituação simbólica de quatro elementos geométricos básicos:

- **O Traço Segundo a NBR 5444/89 (Item 4.1.1)**

Um seguimento de reta na planta representa o conduto. Os diâmetros normalizados são segundo a NBR 5626, convertidos em milímetros, conforme a Tabela 02 abaixo descrita.

Tabela 02 – Conversão de Diâmetros Nominais

Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros
½	15	1 ½	40
¾	20	2	50
1	25	3	75
1 ¼	32	4	100

Fonte: Tabela 1 da NBR 5444/89

Os condutores também são representados por traços que devem ser perpendiculares às linhas de representação dos condutos. Na figura 1, retrato a representação gráfica de condutos e condutores na planta segundo a norma 5444/89.

	ELETRODUTO EMBUTIDO NO TETO/PAREDE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO PISO
	FASE
	NEUTRO
	RETORNO
	TERRA
	Q.D.L. - QUADRO DE DIST. DE LUZ EMBUTIDO

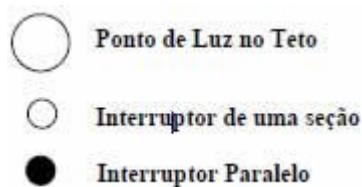
Fonte: NBR 5444/89

- **O Círculo Segundo a NBR 5444/89 (Item 4.1.2)**

O círculo representa três funções básicas: o ponto de luz, o interruptor e a indicação de qualquer dispositivo embutido no teto.

O ponto de luz deve ter um diâmetro maior que o interruptor para diferenciá-los. Um elemento qualquer circundado indica que este se localiza no teto. O ponto de luz na parede (arandela) também é representado pelo círculo, ver figura 2.

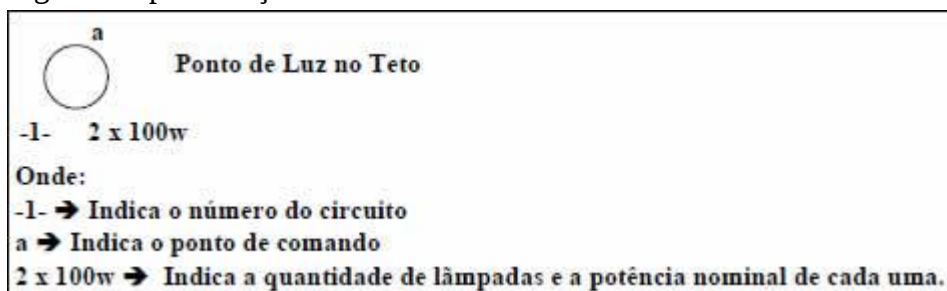
Fig. 2 – Funções do Círculo na Planta



Fonte: NBR 5444/89

Quanto ao ponto de luz deve ser indicado junto à simbologia o número do circuito, o ponto de comando (interruptor), a quantidade de lâmpadas no ponto e a potência nominal do ponto, conforme figura 3 abaixo.

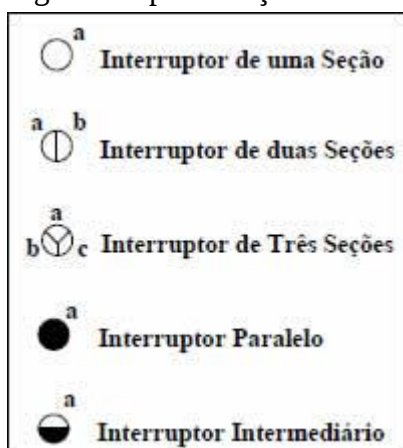
Fig. 3 – Representação do Ponto na Planta



Fonte: NBR 5444/89

Com relação à simbologia para os interruptores devem ser indicadas o ponto ou pontos a comandar, conforme a figura 4 abaixo.

Fig. 4 – Representação de Interruptores na Planta



Fonte: NBR 5444/89

- **O Triângulo Equilátero Segundo a NBR 5444/89 (Item 4.1.3)**

O triângulo equilátero na planta representa tomadas em geral, onde variações acrescentadas ao triângulo, indicam mudança de significado e função (tomadas de luz e telefone, por exemplo), bem como modificações em seus níveis na instalação (baixa, média e alta), conforme a figura 5 abaixo.

Fig. 5 – Representação de Tomadas na Planta

-1-		300 VA → Tomada Baixa – 0,30 m do Piso Acabado
-1-		→ Tomada Média – 1,30 m do Piso Acabado
-1-	600 VA	
-1-		4000 VA → Tomada Alta – 2,00 m do Piso Acabado

Fonte: NBR 5444/89

Observe que junto à simbologia das tomadas, também são indicados o número do circuito e a potência do ponto em volt-Amperes (VA).

Alguns projetistas às vezes omitem a potência aparente junto à simbologia para tomadas de até 100 VA, mas, normalmente descrevem esta omissão em notas no projeto indicando essa potência.

- **O Quadrado Segundo a NBR 5444/89 (Item 4.1.4)**

Representa qualquer tipo de elemento no piso ou conversor de energia (motor elétrico) de forma semelhante ao círculo, envolvendo a figura, significa que o dispositivo localiza-se no piso.

Os demais símbolos gráficos referentes às instalações elétricas prediais encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, da norma 5444/89, devendo ser consultada pelo eletricitista na hora de se elaborar os elementos e trajetos em um projeto.

O projeto apresentado neste trabalho ainda utiliza a simbologia antiga da norma NB-3, que é um pouco diferente da norma NBR 5444 vigente.

Por exemplo, como na representação de um interruptor simples, que na antiga norma era uma letra (S), por causa do inglês switch (Chave ou interruptor). Utilizando a norma NBR-5444 atual, o mesmo interruptor é identificado por um pequeno círculo e por uma letra minúscula que indica qual ponto de luz no teto esse interruptor aciona, ver figura 6.

Fig. 6 – Simbologias

	
Simbologia Atual NBR 5444	Simbologia Antiga NB-3

Fonte: NBR 5444/89 e NB-3

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

O antigo centro cirúrgico foi o palco da primeira etapa desta obra tendo sido completamente reformado em toda sua estrutura, como uma ampliação para o centro obstétrico já existente, condicionando cinco salas de parto, duas salas para curetagens e uma farmácia local além de uma sala exclusiva para parto humanizado. Esta etapa da obra teve início em 28/01/09, e foi concluída em 01/06/09.

Não pare agora... Tem mais depois da publicidade ;)

a) Equipe Participante:

- Engenheiro habilitado Responsável pela Obra: Ivan Sergio da Silva Barroca
- Mestre de Obra: João Maria Barbosa
- Eletricista Executante: José de Souza Melo Neto
- Eletricista Auxiliar: Marcio Robson Dionísio

b) Período das instalações elétricas

A realização dos serviços de instalações elétricas da 1ª etapa teve início em 14/04/09 e se concretizou em 22/05/09, ou seja, foi concluída em cinco semanas e um dia, com uma carga horária de 8h/dia, totalizando 624 h trabalhadas e o projeto de execução é o apresentado conforme o anexo 1 (Prancha 01/01).

c) Material utilizado para execução:

- **Ferramentas:** Chaves de fenda, chaves Phillips, chave teste neon, alicate universal, canivete, Prumo de centro, escalímetro, linha de bater, trena, martelo de unha, arco de serra manual, furadeira elétrica, punção de centro, escadas (extensiva e tesoura em fibra), fio guia.
- **Instrumentos:** Alicate amperímetro.
- **EPI'S:** Botas de borracha, lanterna de cabeça, óculos de proteção, luvas (alta tensão, tecido e raspa).
- **Diversos:** Fita crepe branca, fita isolante (Preta, azul, vermelha, amarela e verde).

RELATO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Este relato se propõe a apresentar de uma forma educativa, uma experiência vivenciada no campo pelo profissional eletricista com a apresentação de um projeto predial, norteando também a aplicabilidade das normas técnicas em pontos que não estão em conformidade com a mesma.

O intuito é fazer uma abordagem demonstrativa do desenvolvimento das instalações elétricas prediais desta obra, embasados nos conhecimentos adquiridos no curso técnico do CTGÁS-ER, referenciando estas não conformidades com algumas aplicações básicas da norma NBR 5410/2004.

Todavia, não é nossa intenção julgar procedimentos e metodologias adotados por empresas do ramo e profissionais da área, e sim, fazer uma síntese didática, enfatizando a postura que deve ter os profissionais, de uma forma educativa e construtiva, quanto à aplicabilidade das normas técnicas e de sua importância para a sociedade como um todo.

Muito embora, algumas das mudanças sugeridas pelos profissionais que executam as instalações não sejam aceitas pelos responsáveis da obra por não ter “Poder de decisão”.

• Leitura e Interpretação de Desenho Elétrico Predial

Para a leitura das plantas foi utilizado o escalímetro que serviu para mensurarmos as áreas dos cômodos existentes no projeto, bem como, se fazer a exata marcação dos diversos pontos existentes nos respectivos recintos do projeto, anexo 1.

Para marcações lineares dos diversos pontos, foram utilizadas a linha de bater e a trena que auxiliou na conversão das medidas reais dos respectivos recintos.

Quanto às simbologias adotadas no projeto apresentado neste trabalho, o projetista optou por usar a simbologia antiga da norma NB-3, que é um pouco diferente da norma NBR 5444/89 vigente.

- **Metodologia de Instalação Empregada**

Segundo o projeto em anexo, toda a metodologia de instalação empregada pelo projetista, foi o de número 7 (Sete), com método de referência “B1 – Condutores isolados ou cabos unipolares em condutos de seção circular embutido em alvenaria”, conforme a tabela 33 da NBR 5410/2004 – Pag. 90 a 95.

O fator de correção de agrupamento (FCA) utilizado foi de 0,38 que segundo a tabela 42 da NBR 5410 – Pag. 108 admiti uma taxa de ocupação ≥ 20 circuitos de condutores isolados ou de cabos multipolares.

O fator de correção de temperatura (FCT) adotado pelo projetista foi à unidade (1), o qual generalizou para uma temperatura ambiente de 30°C os valores de capacidade de condução de corrente, segundo tabelas 36 a 39 da NBR 5410/04, pag. 101 a 105.

Conforme a NBR 5410/04 em seu item 6.2.11.1.6a, o quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo do condutor e a área útil da seção transversal do conduto, determina a taxa de ocupação dos condutos, e, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Bom, Isto posto, Pelo projeto os condutos principais foram cotados para 2” e em alguns trechos houve uma redução para 1 ½”.

Na prática foi usado um conduto de 2” para toda fiação principal e ainda assim, não foi suficiente para comportar todos os circuitos.

Neste caso foi solicitado pelo eletricitista, a alteração do projeto perante o responsável para acrescentar mais um conduto de 2” preservando assim a taxa de ocupação determinado pela norma acima descrita.

A NBR 5410 em seu item 6.2.11.1.6b, também determina a previsão de caixas de passagem em trechos contínuos e retos de tubulação no máximo a cada 15m de comprimento para linhas internas e 30m para as linhas externas à edificação. Se por ventura esses trechos possuírem curvas, estes limites devem ser reduzidos para 3m para cada curva de 90° existente.

Como todo o trecho dos condutos principais era retilíneo, o eletricitista solicitou também, que a cada 6m de tubulação principal fossem feitas caixas de passagem em alvenaria para fixação dos mesmos e demais tubulações de ramificação dos diversos recintos.

- **Circuitos de Iluminação**

Os circuitos de iluminação foram divididos em dois circuitos, segundo quadro de cargas do anexo 1:

- a) Circuito 15 (iluminação 1), composto de dez ramais (a, b, c, d, m, n, o, p, q, u);
- b) Circuito 16 (iluminação 2), composto de 11 ramais (e, f, g, h, i, j, k, l, r, s, t).

Todas as luminárias (Fluorescentes), desta etapa, foram cotadas segundo projeto, como de embutir, no entanto, foram instaladas luminárias de sobrepor.

Quanto as luminárias dos banheiros, o projeto cota que sejam instaladas lâmpadas incandescentes de 60w em luminárias embutidas no teto, mas por determinação do responsável da obra,

foram instaladas luminárias de sobrepor para duas lâmpadas fluorescentes de 20w. Todos os reatores empregados foram eletrônicos com alto fator de potência (0,98).

Quanto a este assunto o engenheiro responsável preferiu não comentar muito, alegando apenas que iam aproveitar a estrutura de lage já existente colocando as luminárias de sobrepor mesmo, enfim...

Os dois circuitos (15 e 16) foram divididos entre as fases “R e T”, mais respectivos neutro, em conformidade com a NBR 5410/2004 (Item 6.2.6.2.1 – Pag.114), ou seja, cada circuito com o seu respectivo neutro.

- **Fiação dos circuitos de iluminação**

Para a fiação dos circuitos de iluminação, o projetista cotou um condutor flexível unipolar de 2,5mm² com isolamento HEPR anti-chama para tensão de 0,6/1kv e não especificou a classe de encordoamento.

No entanto, utilizou-se o condutor flexível anti-chama unipolar com dupla isolamento de PVC para tensão de 0,45/0,75kv.

Segundo a NBR 5410/04 em seu item 6.2.3.4 – pag.89, os condutores com isolamento de PVC devem ser resistentes à chama de acordo com a ABNT - NBR NM 247-3.

Porém, o eletricitista alertou o responsável da obra para este fato, já que pela tabela 35 da NBR 5410 (Ver Tabela 03, abaixo), a alteração teria influência nas temperaturas de serviço contínuo sobrecarga e curto-circuito, respectivamente.

Tab. 03 – Temperaturas Características dos Condutores

Tipo de Isolação	Temp. Máx. para Serv. Contínuo em °C	Temp. Máx. de Sobrecarga em °C	Temp. Máx. de Curto-Circuito em °C
PVC até 300mm ²	70	100	160
PVC > 300mm ²	70	100	140
EPR	90	130	250
XLPE	90	130	250

Fonte: Tabela 35 (Pag. 100), da NBR 5410/04

Neste caso o responsável alegou que usa-se o que tinha no estoque, ou seja, o de PVC, o qual atenderia, pois a bitola do condutor estava além da mínima requerida pela norma NBR 5410 em seu item 6.2.6.1.1 (Tbl. 47 – Pag.113), que estipula para condutores de cobre em circuitos de iluminação uma bitola mínima de 1,5mm², e que as temperaturas não teriam tanta influência.

Não houve aqui uma padronização das cores dos cabos segundo a NBR 5410 (Item 6.1.5.3.1 a 6.1.5.3.4 – Pag.86/87), tendo sido usados cabos com cores iguais.

A alegação era de que tinha que se usar o que tinha no estoque e que infelizmente eram da mesma cor.

A solução encontrada pelo eletricitista foi fazer a marcação com fitas isolantes de cor amarela, azul, verde e preta para identificar retorno, neutro, terra e fase, respectivamente.

Outro ponto questionado pelo eletricitista foi quanto ao circuito para sistemas iluminação de emergência em (EAS), conforme NBR 10898/99, que não foi previsto pelo projeto, neste caso a explicação dada pelo responsável da obra foi de que a emergência seria suprida pelos dois grupos geradores existentes na unidade.

Como dispositivo de proteção o projetista cotou disjuntores unipolar termomagnéticos com corrente de atuação de 10A e curva de disparo “B”.

- **Circuitos de Tomadas de Uso Geral (TUG's)**

Todas as tomadas de uso geral (TUG's), instaladas na 1ª etapa, são do tipo “2P + T - Padrão NEMA 5P, para 10A/220v” fixadas nas paredes em caixas de “PVC - 4 x 2” alimentadas diretamente do quadro de distribuição.

Nenhuma das tomadas instaladas seguiu o novo padrão conforme a NBR 14136/02 até porque a fabricação das mesmas passou a vigorar a parti de janeiro/2010.

Para a fiação das TUG's foram utilizados o condutor flexível unipolar de 2,5mm² com dupla isolamento em PVC anti-chama para tensão de 0,45/0,75kv com classe de encordoamento 5, também atendendo as prescrições da NBR 5410 em seu item 6.2.3.4, pag.89, que diz que: Os condutores com isolamento de PVC devem ser resistentes à chama de acordo com a ABNT - NBR NM 247. Entretanto, o cabo cotado no projeto foi o condutor flexível HEPR para tensões de 0,6/1Kv.

Também não houve aqui uma padronização das cores dos cabos segundo a NBR 5410 (Item 6.1.5.3.1 a 6.1.5.3.4 – Pag.86/87), tendo sido usados cabos com cores iguais, também codificados pelo eletricitista com fitas isolantes coloridas.

Para o dimensionamento o projetista deve ter adotado o critério da seção mínima conforme a NBR 5410 (Item 6.2.6.1.1 – Tab. 47 – Pag. 113), o qual generalizou a bitola de 2,5mm para todas as TUG's.

Como dispositivo de proteção o projetista cotou disjuntores unipolar termomagnéticos com corrente de atuação de 10A e curva de disparo “C”.

- **Circuitos de Tomadas de Uso Específicos (TUE's)**

Todas as tomadas de uso específico (TUE's), instaladas na 1ª etapa, são do tipo “2P + T - Padrão NEMA pinos chato, para 25A/220v” fixadas nas paredes em caixas de “PVC - 4 x 2” alimentadas diretamente do quadro de distribuição destinadas a alimentação dos chuveiros elétricos em seus respectivos recintos.

Estas tomadas foram cotadas, conforme projeto em anexo, a uma altura de 2,20m do piso. Mas, pela norma 5444/89 vigente, a altura destas tomadas deveria ser de 2,00m. A orientação dada pelo responsável neste caso foi a de fazer a marcação destes pontos conforme o projeto.

Para a 1ª etapa, os chuveiros foram divididos entre os circuitos “1, 2, 3, 4, 6 e 7”, todos cotados segundo projeto para uma potência de 5400w, onde por chuveiro já daria uma corrente nominal de 24,5A. Pelo quadro de cargas o projetista cotou a (In) dos chuveiros para 64,6A. O responsável alegou que era um mero erro de digitação e que iria fazer a devida correção.

O projetista também cotou segundo o projeto a utilização de cabos flexíveis com isolamento HEPR de 10mm², mas na prática, foram instalados fios rígidos com bitola de 4mm², também não houve aqui a aplicação da NBR 5410 (Item 6.1.5.3.1 a 6.1.5.3.4 – Pag.86/87), tendo os fios sidos marcados com fitas isolantes coloridas.

Como dispositivo de proteção o projetista cotou disjuntores unipolar termomagnéticos com corrente de atuação de 25A e curva de disparo “B”.

Contrariando aqui o item 5.1.3.2.2 da norma NBR 5410 (Pag.49), que obriga o uso do DR em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira.

A não conformidade com a norma foi explicada pela não inclusão dos DR's no projeto pelo projetista e também de não ser prevista no orçamento da obra, mas, o responsável pela obra ficou de relatar o fato ao dono da empresa para ver a possibilidade da inclusão dos DR's. O fato é que na prática,

os DR's não foram instalados.

Quanto aos condicionadores de ar, foram instalados condicionadores do tipo splint system com capacidades entre 12000 e 21000 BTU's.

Os mesmos foram distribuídos entre sete circuitos (8, 9, 10, 11, 12, 13, 22) com potência de 2800 w cada, com exceção do circuito 22 de 1270w.

A instalação para estes pontos foi feita com condutor flexível unipolar de 2,5mm² com dupla isolamento em PVC anti-chama para tensão de 0,45/0,75kv com classe de encordoamento 5, atendendo as prescrições da NBR 5410 em seu item 6.2.3.4, pag.89, mas que não estava em conformidade com projeto que cotava um condutor flexível de 2,5mm² com isolamento HEPR para tensões de 0,6/1Kv.

Como dispositivo de proteção o projetista cotou disjuntores unipolar termomagnéticos com corrente de atuação de 16A para os condicionadores de ar de 2800w (Ckt 8, 9, 10, 11, 12, 13) e de 20A para o de 1270w (Ckt22), ambos com curva de disparo "C" padrão NEMA.

Aqui houve duas não conformidades, uma foi a aplicação da corrente de atuação do dispositivo de proteção menor para os condicionadores de ar de 2800w e maior para o condicionador de ar de 1270w. A outra seria a aplicação do dispositivo de proteção com padrão NEMA, o qual não está em conformidade com o projeto que requer o padrão DIIM.

O responsável alegou que houve uma inversão nos valores, e como solução foi adotado um disjuntor de 15A para o condicionador de 1270w e 20A para os de 2800w.

Quanto ao padrão utilizado era para se utilizar os disjuntores que tinham sido comprados, pois o quadro atendia aos dois padrões.

Para a instalação da banheira para partos humanizados, reservou-se o circuito "14", conforme o projeto do anexo 1, o qual foi dimensionado para uma potência de 570w com tensão monofásica de alimentação de 220vca, que daria uma ($I_n = 2,5A$). A fiação conforme projeto, deveria ser feita com condutor flexível de 2,5mm² com isolamento HEPR para tensões de 0,6/1Kv e a proteção realizada por disjuntor unipolar termomagnético de 10A.

No entanto, o eletricitista se deparou com alguns parâmetros físicos que não estavam em conformidade com o projeto.

A potência real do aquecedor utilizado era de 5700w/220v mais uma bomba de 1cv (736w), que daria uma potência total de 6436w. A corrente solicitada pelo conjunto daria em torno de 29,2A.

O primeiro passo dado pelo eletricitista foi localizar o site do fabricante para consultar as especificações de instalação da banheira o qual especificava um condutor de 6mm² para uma distância de 20m do quadro de distribuição com uma proteção a base de DR 30A/30mA e um disjuntor unipolar termomagnético de 15A com curva de disparo "C", para alimentação da bomba.

O eletricitista repassou estes detalhes técnicos ao responsável pela obra, demonstrando inclusive a inviabilidade da utilização do condutor cotado no projeto e da própria proteção que também não estava em conformidade com NBR 5410 em seu item 5.1.3.2.2 (Pag.49), que obriga o uso do DR em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira, além da corrente de atuação que era absurdamente inferior a que o circuito realmente solicitaria.

O responsável alegou erro de digitação por parte do projetista e que iria fazer a devida modificação no projeto, mas quanto ao uso do DR, ficou de resolver com o dono da empresa, pois envolveria um custo adicional o qual não estava previsto.

Na realidade a fiação foi realizada com cabo flexível de 6,0mm² com dupla isolamento em PVC e a proteção utilizada foi um disjuntor unipolar termomagnético com corrente de atuação de 40A e curva de disparo "C" no quadro de distribuição, um DR 40A/30mA no local para o aquecedor e um disjuntor unipolar de 15A, também com curva de disparo "C" para alimentação da bomba.

Quanto ao aterramento o eletricitista optou por fazer um aterramento separado em delta com cabo de 6mm², do lado externo a sala para parto humanizado, conectado diretamente ao aquecedor da banheira com conector do tipo bota para 10mm².

Por fim, a instalação do quadro de distribuição que como única não conformidade com o projeto foi os dispositivos de proteção, onde foram cotados disjuntores com padrão a norma DIN e, no entanto foram instalados disjuntores com o padrão NEMA.

Com relação aos cabos de alimentação, o projetista cotou cabos de 25mm² para as fases e 16mm² para o condutor Aterramento, conforme NBR 5410/2004 (Item 6.4.3.1.3 – Pag.150) em alternativa ao método de cálculo utilizado em seu item 6.4.3.1.2 – Pag. 147 da norma, segundo a tabela 04 (Seção mínima do condutor de proteção), abaixo descrita.

Tabela 04 – Seção Mínima do Condutor de Proteção

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

Fonte: Tabela 58 (Pag. 150), da NBR 5410/04

O responsável pela obra alegou ser erro de digitação e que os cabos de alimentação seriam reaproveitados, ou seja, foram utilizados os cabos de 16mm² já existentes do quadro anterior.

ANALISE CRÍTICA

No curso técnico desenvolvido pelo CTGÁS-ER, aprendemos a importância, a obrigatoriedade e a aplicabilidade das normas técnicas vigentes as quais previnem acidentes.

Aprendemos também que os requisitos de segurança e qualidade devem ser sempre observados e impostos por profissionais da construção civil e técnicos em eletricidade, para evitar danos às pessoas e ao patrimônio.

Não é por acaso que uma das normas técnicas mais consultadas por técnicos e engenheiros da área é a NBR 5410 (Instalações elétricas em baixa tensão) e a NR-10 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade).

Um dos aspectos inovadores da NBR 5410, por exemplo, refere-se às prescrições da proteção das instalações elétricas contra sobre tensões e o uso dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS), pois a causa mais frequente da queima de equipamentos eletro-eletrônicos – como computadores, TVs e aparelhos de fax, por exemplo – é a sobre tensão causada por descargas atmosféricas ou manobras de circuito.

Instalados nos quadros de luz, os (DPS), são capazes de evitar qualquer tipo de dano a estes equipamentos, descarregando para a terra os pulsos de alta-tensão causados pelos raios.

No entanto, o projeto apresentado em anexo, não contemplou o uso deste dispositivo fundamental.

Quanto a este assunto relevante, a minha opinião é que se os profissionais precisam conhecer e aplicar as normas técnicas, até por uma questão de ética profissional, o usuário por outro lado, deve também exigir o seu cumprimento e o uso de produtos certificados por órgãos credenciados, procurando ser cômulo destas normas, garantindo assim, uma maior confiabilidade e segurança em suas instalações elétricas.

Enfatizando aqui que aos profissionais, cabe conhecer a legislação que rege o exercício profissional (artigo 9º do Código de Ética) e a legislação geral (de acordo com a Lei de Introdução ao Código Civil, a ninguém é permitido desconhecer a lei).

Aos órgãos de fiscalização, cabe uma atuação mais presente e enérgica, não com o intuito de punir, mas, para informar, orientar e coibir.



Rua Leonice, Qd. 160, Lt. 12, Parque Estrela Dalva II, Luziânia-GO.

