

2015

Verificação das Instalações Elétricas E-book

*Verificar a instalação elétrica garante a segurança de
todos e também a economia de energia*

Eng. Edson Martinho

VERIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Eng. Edson Martinho

Guia de boas práticas

Engenheiro Eletricista Edson Martinho

Verificação das Instalações Elétricas

Guia de boas práticas

E-BOOK

1ª edição

Salto – SP
Novembro de 2014

Prefácio

Ao elaborar este e-book, minha intenção foi disponibilizar aos leitores um material que possa ser útil na garantia de que uma instalação elétrica seja entregue com todos os requisitos de segurança, beneficiando então os usuários que, além de seguro, também participará da economia de energia.

Uma instalação elétrica deve ser projetada, construída e verificada de acordo com as normas técnicas.

No caso de instalações elétricas em baixa tensão (abaixo de 1000 Vca ou 1500 Vcc), a norma técnica da ABNT NBR 5410 deve ser a referência.

Este material tem como base exatamente o capítulo 7 desta norma, que versa sobre verificação da instalação elétrica.

Naturalmente, o assunto não é esgotado neste e-book, mas sim iniciado. Um profissional deve sempre estar atualizado tanto com relação às normas, como em relação às tecnologias e, portanto, não deixe nunca de buscar as novidades na sua área.

Boa leitura!

Eng. Edson Martinho

Índice

Prefácio

Sobre o autor

Eletricista: o agente da mudança

Instrumentos de medição x Segurança

NR-10 em todo lugar

A importância do planejamento

Verificação da instalação elétrica

1. Introdução

2. Documentação

3. Inspeção Visual

4. Conformidade

5. Ensaios

6. Conclusão

Agradecimentos

Bibliografia

Sobre o autor:



O engenheiro eletricista **Edson Martinho** é formado pela Universidade de Mogi das Cruzes - SP e possui pós-graduações nas áreas de Docência do Ensino Superior e Marketing.

Atua no setor elétrico e energético há mais de 20 anos, sendo que há mais de 15 anos profere palestras por todo o país (e fora dele) sobre diversos temas relacionados às instalações elétricas de baixa tensão. Estima-se que já tenha proferido mais de 2 mil palestras.

É fonte e colunista de diversas publicações especializadas, tendo escrito vários artigos sobre temas relacionados à eletricidade com segurança e qualidade.

É diretor executivo e fundador da Abracopel – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade, atualmente vice-presidente da AEAAS – Associação de Engenheiros e Arquitetos de Salto-SP, está presidente da Abrael – Associação Brasileira de Eletricistas e sócio-diretor da Lambda Consultoria, empresa especializada em prestar assessoria às empresas com problemas de energia elétrica. A Lambda Consultoria possui um braço de treinamento, a Lambda Cursos, que administra os cursos ministrados pelo Engenheiro Edson Martinho.

Sites e portais:

www.lambdaconsultoria.com.br

www.lambdacursos.com.br

www.abracopel.org.br

www.abrael.com.br

Blogs:

<http://engeedsonmartinho.blogspot.com.br>

<http://qualidadedaenergia.blogspot.com.br>

<http://sistemadeaterramento.blogspot.com.br>

Fanpage:

<https://www.facebook.com/engedsonmartinho>

Verificação da Instalação Elétrica



A NECESSIDADE DA ATUALIZAÇÃO PROFISSIONAL!

Alguns estudos dos quais tivemos acesso, mostram que o eletricista é o principal profissional na definição das instalações elétricas de construções não industrializadas, ou seja, aquelas que são realizadas por pequenas empreiteiras, ou pelos próprios moradores. Também é o maior responsável pela reforma, atualização ou manutenção das instalações elétricas prediais.

Tais dados colocam este profissional como o maior responsável pela segurança dos usuários destas instalações elétricas. Sabemos que muitas vezes, em empresas de médio e pequeno porte, estes profissionais também possuem o mesmo papel, ou seja, o de ser o responsável por toda a instalação elétrica, sendo que, muitas vezes, tem que decidir sobre ela sem poder consultar um profissional legalmente habilitado (engenheiro eletricista, por exemplo).

Esta responsabilidade faz com que os profissionais eletricistas sejam cada dia mais valorizados, porém também os leva a uma necessidade de atualização profissional constante. Isto porque está em jogo a segurança da família de quem o contrata e, principalmente, sua credibilidade.

No mundo atual, a informação é o grande diferencial em todas as profissões, ou melhor, em todas as ações. Com o acesso às informações por todos, um cliente, teoricamente leigo, pode se tornar um especialista em alguns cliques, ou seja, uma dona de casa pode entender, por exemplo, para que serve um DPS consultando artigos, recomendações, assistindo vídeos, em poucos minutos.

Porém, há um problema, este leigo pode se informar de forma errônea e precisará de ajuda profissional para optar pela melhor solução. Por outro lado, a cada dia as empresas se preocupam em desenvolver novas tecnologias para facilitar a vida dos profissionais e melhorar a performance e velocidade. Isto permite que os profissionais 'antenados', possam oferecer os melhores serviços por preços competitivos, uma vez que poderão executar o serviço mais rápido e de maneira correta.

Outro item que devemos nos ater é com relação às legislações. Diariamente, são criadas novas regras para os produtos ou serviços. Estas regras abrangem a produção, execução, manutenção, verificação e até certificação, que normalmente em forma de leis, são passíveis de fiscalização e, conseqüentemente, se não forem seguidas, podem ser objeto de punição.

Por este motivo o profissional eletricista, assim como todos os demais, tem a obrigação de estar atualizado com as regras que atingem sua profissão para não sofrer nenhuma punição legal, além da moral, por perder o cliente.

Juntando tudo que escrevemos anteriormente, observe que não há saída: a atualização profissional só lhe trará vantagem.

- Melhora seu trabalho no rendimento e na qualidade;
- Garante a segurança do seu cliente;
- Aumenta a credibilidade de seu serviço, garantindo a continuidade da parceria ou até surgimento de outros;
- Evita punições;
- Economiza para você e para o cliente;
- Coloca você entre os principais profissionais no setor;
- Pois bem, mas você deve estar se perguntando, como eu faço para me atualizar?
- Há várias formas onde você pode se atualizar gratuitamente ou até investindo algum valor, mas é importante escolher onde vai se atualizar.

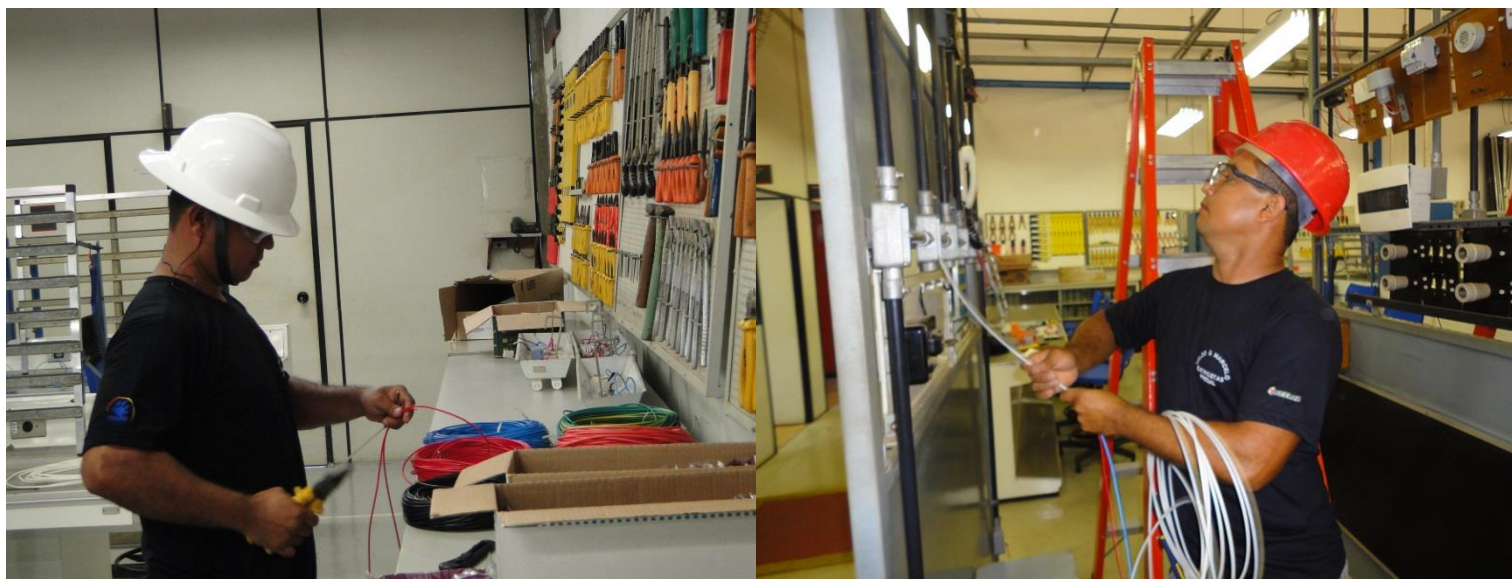
COMO SE ATUALIZAR?

O primeiro fator a definir é se você vai se atualizar em uma escola, pagando algum valor, ou não. Vale lembrar que as escolas, normalmente, tem as mais avançadas informações e seguem regras que poderão lhe ajudar a chegar ao seu objetivo mais rápido, porém, normalmente, você deverá desembolsar algum valor. Se esta for sua opção, pesquise bastante sobre as opções e escolha a que melhor lhe apresentar novidades e informações atuais.

Se sua opção for por se atualizar sem custo, ou com valores pequenos, isso é possível de várias maneiras.

Veja as dicas:

- ✓ **Palestras gratuitas:** Muitas empresas oferecem cursos, palestras e materiais de atualização profissional, alinhados com as normas e tecnologias, portanto é uma boa escolha, independente de você já estar formado em uma escola ou não. Busque sempre as palestras das empresas.
- ✓ **Seminários pela WEB:** Conhecidos como WEBnar ou WEBminar, tem se proliferado pelo país e já é uma realidade, principalmente para os portais que reúnem informações aos profissionais. Busquem estes portais e se inscrevam para serem informados sobre os WEBNares.
- ✓ **Leitura online:** existem inúmeros portais, sites e páginas de revistas e das empresas que trazem informações, artigos e notícias para você ficar atualizado. A dica é para que você escolha os mais confiáveis para, pelo menos, fazer a comparação sobre um determinado tema.
- ✓ **Palestras presenciais:** várias empresas e associações realizam palestras em todo o Brasil. Fiquem atentos e não percam a oportunidade quando acontecer. Mesmo que você já tenha participado de uma apresentação, volte para ver se não há nada de novo.
- ✓ **Associações de classe:** As associações são boas oportunidades para trocarem informações e normalmente trazem novidades. Há a ABRAEL – Associação Brasileira de Eletricistas, a ABEE – Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas, diversas associações de técnicos, entre outras.
- ✓ **E-books como este,** representam atualizações preciosas para sua capacitação profissional.



ELETRICISTA: O AGENTE DA MUDANÇA!

Toda profissão tem seu valor e é importante. Cada qual com sua missão fará com que o desenvolvimento de uma sociedade alcance seu objetivo, ou mesmo, para algumas profissões, a simples manutenção da continuidade é a sua missão.

O Eletricista, que tem como objetivo executar os serviços de instalação e manutenção das instalações elétricas, tem uma função ainda maior nos dias atuais. Podemos considerá-lo o agente da mudança, pois é ele o profissional que as pessoas confiam quando o assunto é instalação elétrica. Como citou uma marca conhecida, que fala que ‘quem usa sua marca é autoridade no assunto’, no caso do eletricista é mais do que autoridade, é sim o responsável por inúmeras condições, mas sobretudo, pela segurança e a vida das pessoas. Primeiro porque, como já citei, as pessoas confiam no que diz o eletricista e, se ele indicar alguma condição insegura, as pessoas não irão se preocupar, pois na maioria das vezes não sabem distinguir entre uma situação de insegurança versus a situação segurança. Segundo, porque o eletricista é o profissional chamado para solucionar problemas.

Portanto, é o primeiro e, muitas vezes o único a chegar no local quando o assunto se refere a problemas com a eletricidade. Este profissional tem o poder de transformar uma situação de risco em situação de segurança. Por ter todo este poder, o eletricista tem como missão ser o “agente de mudança” da situação das instalações elétricas no Brasil. Sabemos que a maioria das instalações elétricas, principalmente as mais antigas, estão em condições inseguras, ou em alguns casos, em condições com a segurança comprometida.

De acordo com estudos realizados pela ABRACOPEL, com base nos acidentes de origem elétrica que vitimaram 592 pessoas em 2013, a maioria dos acidentes desta natureza poderiam ser evitados com ações simples, e posso acrescentar que o eletricista tem um papel fundamental nestes acidentes, pois a maioria poderia ser evitada pelo “profissional”, se é que podemos chamá-lo assim, que executou a instalação elétrica.

São casos de crianças e mesmo adultos, que morreram por choque elétrico em casa, pela ausência do DR ou do condutor de proteção (fio terra); outros casos de incêndios gerados pela sobrecarga em condutores que, subdimensionados e com a proteção errada (disjuntor ou fusível), superaqueceram e iniciaram o incêndio. Como se pode ver a situação é complicada.

● ● ●

O Eletricista, que tem como objetivo, executar os serviços de instalação e manutenção das instalações elétricas, tem uma função ainda maior nos dias atuais. Podemos considerá-lo o agente da mudança, pois é ele o profissional que as pessoas confiam quando o assunto é instalação elétrica.

● ● ●

Voltando ao tema, podemos afirmar que o Eletricista é sim o agente de mudança da situação das instalações elétricas deste país. É dele a decisão entre realizar uma instalação elétrica segura ou não, é dele a decisão de exigir um projeto elétrico, é dele a decisão de instalar ou não um dispositivo corretamente dimensionado, prescrito em projeto ou não, é dele (o eletricista) a decisão de ser um agente de mudança ou um “Maria vai com as outras”.

Não seja um “Zé Faísca” – A diferença entre um profissional e um aventureiro na área elétrica está na seriedade e na atualização profissional.

O Profissional que se atualiza estará sempre à frente de qualquer outro trabalhador.

Esta dica vale para todos os profissionais de todas as áreas.

Mas lembre-se: Eletricidade é perigosa e deve ser respeitada!

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO X SEGURANÇA

O multímetro é um dos instrumentos mais importantes do profissional que atua na área elétrica, pois é com ele que o profissional confere a instalação, identifica problemas e principalmente garante sua segurança ao identificar os circuitos energizados. Entretanto, este instrumento de medição também tem suas particularidades como modelo, tipo, classificação e, principalmente, com relação à segurança. Neste assunto de segurança é importante destacar alguns detalhes.

O primeiro é com relação ao local que o equipamento será usado, pois se o local estiver energizado, e normalmente está, os procedimentos de segurança prescritos pela NR-10 devem ser seguidos para que nenhum acidente ocorra. Isto significa inclusive em utilizar os equipamentos de segurança correto para cada atividade.

O segundo vem com a escolha correta do instrumento para cada aplicação. A norma tecnica internacional IEC 61010 indica 4 categorias de instrumentos e suas principais aplicações. Veja abaixo:

Quadro 1 – Aplicações x Categoria de Instrumentos

Categoria de Instalação	Aplicação	Exemplo
Categoria IV	Trifásico na conexão da rede da companhia elétrica local. Qualquer condutor externo.	Refere-se a "origem da instalação", isto é, onde a conexão da baixa tensão é feita à rede da companhia elétrica local. Medidores de eletricidade e equipamento de proteção de sobrecorrente primário. Linha de baixa tensão do poste à construção. Linhas aéreas para edifícios isolados, linhas subterrâneas para bombas.
Categoria III	Distribuição trifásica, incluindo iluminação comercial monofásica.	Equipamento em instalações fixas, tais como chaves à óleo e motores polifásicos. Barramentos e linha de alimentação de plantas industriais. Painéis de distribuição. Tomadas e conectores com conexões curtas à entrada da rede da companhia elétrica.
Categoria II	Cargas conectadas à pontos monofásicos.	Aparelhos domésticos, de escritório, laboratoriais e outras cargas similares. Tomadas ou pontos de tensão com circuitos de ramificação longos. Tomadas a mais de 10 metros da fonte de Categoria III. Tomadas a mais de 20 metros da fonte de Categoria IV.
Categoria I	Eletrônica.	Circuito e equipamentos eletrônicos protegidos. Equipamento conectado à circuitos nos quais as medidas são efetuadas e as sobretensões transientes estão limitadas em um baixo nível apropriado. Qualquer fonte de alta tensão de baixa potência derivado de um transformador de alta impedância de enrolamento, tais como as encontradas em computadores.

Fonte: Autor

Podemos verificar que os instrumentos com categoria 1 só podem ser utilizados para circuitos eletrônicos de baixa potência e com níveis de transientes limitados, enquanto os instrumentos de categoria 2, podem ser usados para circuitos monofásicos em baixa tensão, como tomadas com distância de menos de 10 metros da fonte. Seguindo na linha de categoria, as categorias 3 e 4 são para circuitos com maior potência, sendo que o de maior categoria pode ser usado em subestações, porém no lado da baixa tensão.

A segunda preocupação com relação aos instrumentos de medição é com relação a sua categoria de tensão, ou seja, a capacidade de medir um determinado valor de tensão, e a proteção contra transientes na qual o instrumento garante a segurança.

As categorias de tensões são: 600 v e 1000 v,

E a suportabilidade a transientes : 2500 v, 4000 v , 6000 v e 8000 v.

Veja abaixo uma tabela que mostra a relação das categorias de tensão e suportabilidade:

Quadro 2 – Relação das categorias de tensão e suportabilidade

Categoria de medição	Tensão de trabalho (RMS CC ou CA-ao terra)	Transiente de impulso de pico (20 repetições)	Fonte de teste ($\Omega = V/A$)
CAT I	600 V	2500 V	fonte de 30 ohm
CAT I	1000 V	4000 V	fonte de 30 ohm
CAT II	600 V	4000 V	fonte de 12 ohm
CAT II	1000 V	6000 V	fonte de 12 ohm
CAT III	600 V	6000 V	fonte de 2 ohm
CAT III	1000 V	8000 V	fonte de 2 ohm
CAT IV	600 V	8000 V	fonte de 2 ohm

Tabela 2: Valores de teste de transiente para categorias de medição(os valores de 50 V/150 V/300 V não estão incluídos).

Fonte: Fluke

Portanto, é importante definir o instrumento correto para cada atividade, e utilizá-lo com todas as recomendações de segurança.

A NR-10 CABE EM QUALQUER ATIVIDADE?

Quase todo o profissional que atua com eletricidade conhece ou já ouviu falar da NR-10, não é mesmo?

Mas tenho quase certeza de que a maioria conhece apenas alguns itens da NR-10, principalmente o curso sobre como identificar e como evitar acidentes de origem elétrica. É muito comum também as pessoas se preocuparem com os requisitos da NR-10 quando vão trabalhar em uma empresa, principalmente as empresas grandes, que exigem uma série de coisas para que você trabalhe com segurança.

Mas a pergunta que fica é: você pratica segurança no dia a dia, ou seja, você aplica os requisitos da NR-10 em qualquer atividade que você realiza, independente do local, tipo de serviço, ou mesmo lazer, quando envolve eletricidade?

A NR-10 cabe sim em qualquer atividade que envolva eletricidade. Para entender um pouquinho, criamos uma sequência que deve ser seguida sempre que um trabalho envolver eletricidade:

1. Avalie todos os riscos envolvidos na atividade, seja ele de qual natureza for e recorra a profissionais qualificados para ajudá-lo, e outras normas caso a NR-10 não lhe dê informações suficientes. Um exemplo pode ser a NR-35 para trabalhos em altura;
2. Em função da análise de risco e com a ajuda de um profissional qualificado, estabeleça o procedimento de trabalho, passo a passo, levando em consideração todos os riscos e como controlá-los;
3. Informe e treine sua equipe, caso haja, para que todos conheçam os procedimentos, os riscos e as formas de controle. Desta forma você não deixa que o acidente ocorra;
4. Estabeleça responsabilidades e prioridades, pois desta forma cada um terá seu papel na segurança;
5. Defina procedimentos de primeiros socorros, caso algo saia errado, e os responsáveis por cada tarefa;
6. Antes de iniciar o trabalho, revise todos os passos e faça uma análise de risco no local, com toda a sua equipe. Desta forma, se algum risco foi esquecido durante o processo, ou mesmo se algum item mudou, ainda há tempo de se estabelecer controles.

Observe que esta descrição é praticamente a que é usada nas empresas, mas vamos aplicar este mesmo conceito em uma tarefa do dia a dia, aparentemente simples, mas que pode causar acidentes graves.

Vamos trocar uma tomada 127V localizada em uma parede a 2,5 metros de altura:

1 – Trabalho acima de 2 metros requer uma escada segura ou plataformas conforme NR-35, o isolamento da área com fitas, cones e sinalização, além de um ajudante para segurar a escada; também requer a **desenergização** do ponto de alimentação, que envolverá o seccionamento do dispositivo, **impedimento de reenergização** (bloqueio e sinalização),

2 – Na definição do procedimento de trabalho constará: o método de desenergização citado no item 1, a forma de isolamento e sinalização da área, a definição do tipo de escada ou plataforma, se necessita de cinto, quais as ferramentas serão utilizadas, como conduzir e onde apoiar estas ferramentas e outros itens.

3 – O treinamento e a informação à equipe de como será realizado o trabalho é mais um ponto importante.

4 – Definição de responsabilidades.

5 – Procedimento de primeiros socorros e a continuação deste socorro: é importante que todos os envolvidos conheçam, pois a maioria dos acidentes fatais decorrem de demora no atendimento aos vitimados;

6 – Antes de iniciar o trabalho, faça a última verificação.

Observem que a NR-10 não é somente uma norma para ser aplicada na indústria de grande porte, mas sim um conceito de segurança que deve ser aplicado pelo profissional em todas as suas atividades, portanto, adote esta prática na sua vida.



Você pratica segurança no dia a dia, ou seja, você aplica os requisitos da NR-10 em qualquer atividade que você realiza, independente do local, tipo de serviço, ou mesmo lazer, quando envolve eletricidade?



O PLANEJAMENTO É MUITO IMPORTANTE!

Planejamento em qualquer atividade é sempre importante, seja ela uma viagem, um passeio, ou um trabalho; sempre é importante planejar, pois assim você economiza, se previne com possíveis falhas, garante tranquilidade, entre outros benefícios.

Planejar um trabalho relacionado a eletricidade é tão ou mais importante, pois neste caso envolve, além de tranquilidade, o ponto principal que é a segurança. O planejamento da atividade de eletricidade requer várias etapas. A primeira delas é definir todos os pontos da atividade que você tem que executar. Inicie colocando em uma folha a descrição das atividades, dividindo-as em etapas. Em seguida, verifique os insumos, ou seja, os materiais que serão utilizados para cada etapa. Por exemplo: requisição de materias para cada etapa - verifique neste item, se é você ou outra pessoa que irá comprar o material, e quanto tempo é necessário entre você solicitar e receber o material na obra. Verifique todas as ferramentas e acessórios que usará durante cada etapa, como o caso de uso de andaimes ou plataformas elevatórias para acessar lugares altos, furadeiras ou perfuratrizes, caso tenha que realizar uma passagem por alvenaria, ou mesmo abrir um buraco.

Ainda, dentro do planejamento da atividade, verifique todos os equipamentos de proteção individual que você e sua equipe irá utilizar e também as proteções coletivas que serão usadas durante a atividade. Por exemplo, cones e fitas zebreadas, dispositivos de impedimento de reenergização compatíveis com os disjuntores que possuem na obra, entre outros.

Dando prosseguimento aos itens que você deve considerar em um planejamento é com relação às necessidades de energia. Um exemplo: se você está realizando uma manutenção de instalação de um prédio comercial, sugiro que converse com o responsável pelo condomínio e explique que em determinado período você precisará desligar a energia, e que esta falta de energia deverá durar um certo tempo (estime este tempo).

Então, peça a ele que avise todos os condôminos para que se um ou mais necessitem de energia por tempo integral, já se programem. Se for em um prédio residencial, verifique se não há pessoas que dependem de equipamentos para manutenção da vida, como equipamentos médicos, por exemplo.

Tente pensar em tudo que pode se tornar um obstáculo para sua atividade e considere todas as possibilidades. Pense sempre nos planos B e C, para o caso de ocorrer algum problema, desta forma sua atividade será, certamente, mais rápida e com custos menores.

Agora é colocar tudo em prática e ir melhorando a cada atividade. Boa sorte!

Reflexão:

O planejamento não é um exercício de futurologia, nem a simples projeção de dados passados, mas, sim, um processo contínuo de aprendizado que busca reduzir as incertezas do future com a maior margem de segurança possível.

João Costa, mestre em Administração pela Universidade Mackenzie e vice-presidente da ABDEH.

Verificação da Instalação Elétrica

1. APRESENTAÇÃO

Você deve estar acostumado a realizar instalações elétricas diariamente, é um profissional experiente e vem tentando se atualizar constantemente, mas tem uma pergunta que quero lhe fazer: quando você entrega seu serviço, você realiza uma “verificação da instalação elétrica de acordo com a norma técnica?”

Pois é, isso é importante! Antes de entregar a obra é fundamental efetuar uma verificação do funcionamento e instalação de todos os itens de uma instalação elétrica e esta regra está descrita no capítulo 7 da norma ABNT NBR 5410/2004 que você conhece bem. Mas o que diz este capítulo 7 e o que eu deveria fazer para atendê-lo?

Vamos lá, criei um roteiro simples que vai lhe ajudar nesta missão, mas antes vamos a algumas explicações sobre o que diz a 5410 sobre verificação. A norma divide a verificação em 2 partes: Inspeção visual e Ensaios que, por sua vez, são divididos em:

- 🔧 Inspeção visual:
Verificação das medidas de proteção, identificação, sinalização;
Verificação da certificação dos componentes;
Verificação das conexões e acessibilidade.

- 🔧 Ensaios:
Continuidade, resistência de isolamento, separação elétrica;
Funcionamento, aterramento, equipotencialização.

Observe que uma verificação completa deverá ser realizada incluindo medições e ensaios. Esta é uma obrigatoriedade do executante da obra e, portanto, se você é o responsável por ela, deve estar atento a isto.

De qualquer forma, você deve sempre, em qualquer serviço, realizar alguns passos mínimos que descrevo a seguir, antes de entregar a obra. Eu sugiro que você transforme estes itens ao lado em um documento, assine e entregue uma cópia para seu contratante e guarde a outra, pois este é um documento que poderá lhe ajudar no futuro.

VERIFICANDO UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Itens a serem verificados:

01. Verifique se há um projeto da instalação elétrica ou reforma de acordo com o que foi instalado.
02. Caixas de ligação devem estar sempre tampadas.
03. Os produtos e dispositivos de proteção (Disjuntores, Fios e Cabos, Reatores e Lâmpadas Fluorescentes, Interruptores e Tomadas) devem possuir o selo do INMETRO.
04. As emendas dos fios e cabos não podem estar dentro de eletrodutos, ou seja, devem estar sempre dentro das caixas de passagem, e devem estar bem isoladas.
05. As tomadas devem ser do tipo com contato de aterramento, ou seja, 2 polos e terra.
06. O fio terra deve estar instalado em todas as tomadas e pontos de iluminação e deve ser com capa nas cores verde e amarelo, ou simplesmente, verde.
07. Os circuitos de iluminação não devem estar junto com os circuitos que atendam tomadas, somente em casos especiais – Verifique as restrições na norma NBR5410/04.
08. Os circuitos de iluminação devem ser instalados com fio de seção maior ou igual a 1,5mm².
09. Os circuitos de tomadas de uso geral devem ser instalados com fio de seção maior ou igual a 2,5mm².
10. Tem que haver pelo menos 1 (um) DR – Dispositivo Diferencial Residual – de 30mA instalado no quadro de distribuição, porém o ideal é ter mais que um por quadro.
11. Verifique se algum condutor neutro foi usado como condutor de proteção (fio terra) e, em caso positivo, elimine-o.
12. Os eletrodutos devem possuir folga de aproximadamente 60% em seu interior.
13. O quadro de distribuição deve possuir proteção para que os usuários não tenham acesso às partes vivas.
14. O quadro de distribuição não deve ser de material combustível, e deve ser identificado na parte externa.
15. O quadro deve estar localizado longe de áreas molhadas (Box), fonte de gás, e tem que estar desobstruído para fácil acesso.
16. Os dispositivos de proteção (Disjuntores, Fusíveis, DR) devem possuir identificação para que o usuário saiba a que circuito cada proteção pertence.
17. A cor do fio neutro deve ser sempre azul clara.
18. Teste o DR acionando o botão de teste. Este deve interromper a passagem da corrente elétrica e poder ser rearmado sem problemas.
19. Verifique a continuidade do condutor de proteção (Fio terra) medindo com um Ohmímetro desde a conexão com a tomada até a conexão com o eletrodo de aterramento.
20. Verifique se o eletrodo de aterramento existe (se não está danificado, corroído ou interrompido) e está conectado ao fio terra. Verifique também que esta conexão esteja firme.
21. Verifique se não há fios soltos (fora de eletrodutos, bandejas etc.) no piso, nas paredes, no teto, mesmo que sobre forros ou revestimentos.
22. Após todas estas providências, verifique o funcionamento operacional da instalação, como tomadas e lâmpadas e interruptores funcionando corretamente, e se não há algum componente visualmente danificado.

2. INTRODUÇÃO

Há muitos anos transitando pelo setor elétrico e, mais especificamente, no setor de instalações elétricas, ouvimos constantemente a necessidade de se criar um mecanismo de garantia para saber se uma instalação elétrica foi bem construída e que a mesma apresentaria os requisitos mínimos de qualidade e segurança que uma instalação elétrica deve ter.

Ao buscar maiores informações descobrimos que existe uma série de maneiras para solucionar este pequeno detalhe, porém a maioria delas é visto como não confiável. A nossa cultura de trocar preço baixo por qualidade na instalação elétrica acaba trazendo esta desconfiança.

A melhor solução para uma instalação elétrica ser segura encontra-se na sua verificação por um organismo de terceira parte, acreditado por um órgão competente, no caso o INMETRO, e que irá avaliar se todos os requisitos da instalação elétrica, desde o projeto até a construção e testes, foram cumpridos e, desta forma, fornecer um certificado.

Este modelo é utilizado em alguns países do mundo, principalmente na Europa, onde a preocupação com a segurança nas instalações elétricas é inerente. A Bélgica, por exemplo, possui modelo de certificação da instalação elétrica obrigatória para casas construídas após 1981, assim como na Irlanda, onde a certificação é emitido por um órgão acreditado e reconhecido pelas concessionárias de energia elétrica que só fazem a ligação da energia na residência após a apresentação deste certificado.

Outros países da Europa, como Holanda, Alemanha e Reino Unido, também possuem a certificação das instalações elétricas, porém de forma voluntária, entretanto, cada um tem sua particularidade. Na Holanda, o certificado é requisitado pelas companhias de seguro.

Também se instituiu a necessidade de cada concessionária de energia realizar uma inspeção antes de proceder a ligação. Neste país foi realizado um estudo sobre a análise de risco das instalações elétricas em 2002 e se obteve o índice de ‘adequado’, isto se credita às certificações.

Na Alemanha, há duas maneiras, uma é através da declaração do que eles chamam de ELEKTOMEISTER, que na tradução ao pé da letra é o mestre de elétrica, ou seja, o responsável. Este profissional é respeitado por ser um profissional qualificado e, portanto, pode conduzir a inspeção. A outra maneira é contratar uma inspeção de terceira parte realizada por uma associação, onde os membros são profissionais (Elektromeister) que se submetem a um exame de competência para adquirir este status. No Reino Unido, a certificação também é voluntária, porém, como 20% das residências do Reino Unido são mantidas pelo governo, o órgão de saúde e segurança requer a certificação de todas estas residências.

Outros exemplos, como a Argentina, que conduz através de uma associação a certificação, também trazem esta certeza da necessidade e da importância da certificação das instalações elétricas.

A melhor solução para uma instalação elétrica ser segura encontra-se na verificação da instalação elétrica por um organismo de terceira parte, acreditado por um órgão competente, no caso o INMETRO.

O Brasil possui um modelo de certificação e já tem, inclusive, certificações em algumas instalações. O modelo de certificação brasileiro é um dos melhores do mundo, pois se baseou no que há de melhor em cada um dos exemplos citados anteriormente, e funciona de forma voluntária, através de Organismos de Inspeção acreditados pelo INMETRO. Falando no INMETRO, no início de 2014 foi publicada a Portaria 51/2014 que versa exatamente sobre a certificação das instalações elétricas com base na norma de baixa tensão, vale a pena consultá-la, pois é a regra para certificação voluntária.

Por acreditar na necessidade de se realizar uma avaliação na instalação elétrica como forma de reduzir o número de acidentes devido à eletricidade, como garantia de segurança para os usuários, é que decidimos apresentar um material que pretende servir apenas como material de consulta. Vale lembrar que uma CERTIFICAÇÃO deve ser executada por um organismo acreditado pelo INMETRO, o que significa seguir todas as regras definidas no modelo de certificação.

2. INTRODUÇÃO – cont.

Este material será dividido com a seguinte estrutura:

- Introdução,
- Prescrições gerais,
- Definição do tipo de serviço de instalação elétrica (nova, reforma, ampliação, manutenção),
- Documentação,
- Inspeção visual:
 - Verificação das medidas de proteção, identificação, sinalização,
 - Verificação da certificação dos componentes,
 - Verificação das conexões e acessibilidade,
- Ensaaios:
 - Continuidade, resistência de isolamento, separação elétrica,
 - Funcionamento, aterramento, equipotencialização.

Tomaremos como base a norma de instalações elétricas de baixa tensão ABNT NBR5410/04, e seu capítulo 7, que versa exatamente sobre VERIFICAÇÃO FINAL.

Antes de falarmos da verificação final, cabe uma pequena introdução com respeito à definição da instalação elétrica de baixa tensão de acordo com o item 1 da NBR5410/04.

Objetivo: Estabelecer as condições que devem ser satisfeitas pelas instalações elétricas de baixa tensão (1000Vac até 400Hz ou 1500Vdc), sejam novas ou em reforma, a fim de garantir a SEGURANÇA de pessoas e animais, o FUNCIONAMENTO ADEQUADO da instalação e a CONSERVAÇÃO DOS BENS.

Onde se aplica: Instalações elétricas de edificações (residencial, comercial, industrial, campings, trailers, marinas, agropecuários, hortifrutigranjeiros) bem como canteiros de obras, exposições e outras instalações temporárias.

Como podemos ver, o simples uso da NBR5410 para o projeto, execução e manutenção, já garante a segurança, porém para uma garantia maior, é importante proceder à verificação final, objeto de nosso trabalho.

O capítulo sobre verificação final disposto na NBR5410/04 é o capítulo 7, como já foi dito anteriormente e está dividido da seguinte maneira:

7.1 - Prescrições gerais

7.2 - Inspeção visual

7.3 – Ensaios

Verificando cada um dos itens temos:

Prescrições Gerais

1 – *Qualquer instalação nova, ampliação ou reforma de instalação existente DEVE ser inspecionada e ensaiada, durante a execução e/ou quando concluída, antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade com as prescrições desta norma.*

Vamos nos ater a este item para começar. Observem primeiramente no item acima, o *grifo é nosso*, na palavra DEVE. O sentido de dever neste contexto é de obrigatoriedade, ou seja, todas as vezes que aparecer esta palavra significa que algo é obrigatório, portanto a aplicação deste item da norma exige que a instalação elétrica seja inspecionada e ensaiada.

Outro ponto que nos chama a atenção está no tipo de instalação elétrica que deve ser inspecionada e ensaiada. Trata-se de qualquer instalação, seja ela nova, seja uma simples reforma ou ampliação, ou mesmo uma manutenção. Esta exigência faz com que uma simples substituição de um dispositivo de proteção, por exemplo, um disjuntor, leve a necessidade de se proceder à inspeção e ensaios, caso seja necessário.

É importante fazer um adendo neste ponto, para tentar esclarecer uma dúvida que aparece em muitos casos:

Cada vez que se executa uma nova instalação, ela deve atender aos requisitos da norma de instalação elétrica vigente, ou seja, se uma instalação elétrica foi concebida em 1987, ela deveria estar de acordo com a norma vigente, neste caso a versão de 1980; se outra instalação fosse concebida em 1992, esta deveria ser construída de acordo com a norma de 1990, e assim por diante para as versões 1997 e 2004. Uma dúvida que fica é: Quando ocorre uma manutenção (simples substituição de componentes), baseado em que normas devem fazê-lo? Pela interpretação da norma, esta manutenção (substituição de componente por falha ou vida útil) deve ser feita de acordo com a norma vigente na época da construção, porém se for caracterizada uma reforma ou ampliação, esta deve ser feita de acordo com a norma vigente na época da reforma.

Revisão da Instalação elétrica:

É importante frisar que uma instalação elétrica deve ser revisada com periodicidade tanto menor quanto a sua complexidade, isto na prática demanda uma revisão na instalação elétrica comercial ou residencial com períodos máximos de 5 anos, e industrial de forma constante (anualmente). Isso nos leva a propor que sejam realizadas verificação e adequação da instalação elétrica tomando como base a norma vigente a cada 5 anos, pelo menos.

A inspeção pode ser executada durante a construção da instalação elétrica, ou mesmo no final dela, a rotina desta inspeção deve ser definida antes do início, para que facilite o trabalho, pois algumas verificações podem ser mais fáceis quando realizadas na execução. O importante é que esta inspeção seja realizada sempre antes de ser colocada em operação e entregue ao usuário. Para a certificação, esta verificação deverá ser executada por um Organismo de Inspeção Acreditado pelo INMETRO, portanto, uma terceira parte e não participante do projeto e / ou execução, de modo a garantir a total imparcialidade dos resultados.

3. DOCUMENTAÇÃO



1. A documentação da instalação deve ser fornecida ao pessoal encarregado da verificação. Esta documentação deve refletir a instalação elétrica como ela foi construída.

O primeiro aprendizado que se tira deste item é que toda a instalação elétrica, seja ela de pequeno, médio ou grande porte deve possuir uma documentação completa e atualizada, como veremos, e deve refletir exatamente o que foi construído. Este é também um requisito da NR-10 atual. Isto significa que todas as vezes que a instalação elétrica sofrer uma alteração, por menor que seja, a documentação deve ser revisada e atualizada, por este motivo recebe o nome em inglês de *As Built* (que na tradução seria *Como Construído*).

Em uma verificação da instalação elétrica, o item documentação deve ser primordial, ou seja, na verificação, cada detalhe descrito na documentação deve estar presente na instalação elétrica e vice versa.

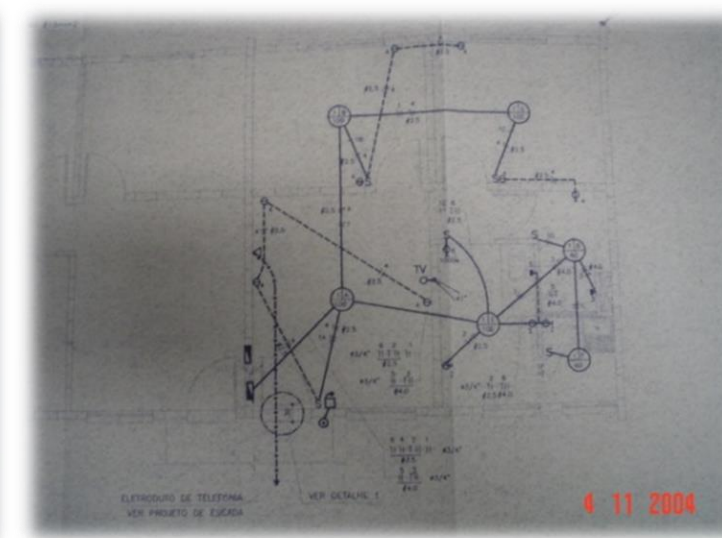
De uma maneira geral, e guardadas suas limitações, uma instalação elétrica deve dispor dos seguintes documentos, que é tido como documentação mínima exigida:

- a) Plantas – As plantas baixas da edificação e suas respectivas informações quanto à construção civil que possa interferir na instalação elétrica, como paredes móveis, colunas, tubulações de gás, água etc.

3. DOCUMENTAÇÃO – cont.

- b) Esquemas unifilares – toda a instalação elétrica deve estar descrita em um esquema unifilar com os detalhes necessários para a execução e verificação como capacidades dos componentes, identificações, exceções etc. Outros esquemas, que não os esquemas unifilares, podem ou devem ser apresentados quando necessário, contendo outras descrições que possam auxiliar tanto na verificação, como na manutenção, ou mesmo na operação.
- c) Detalhes de montagem – Este item é opcional, porém condicionado à necessidade, pois em casos onde a montagem de algum componente da instalação elétrica é de forma não simplificada, deve haver documentos que mostrem estes detalhes de montagem, de forma a garantir que os inspetores observem se a montagem está correta. Um exemplo está em componentes que devem ser instalados em uma única posição (alguns tipos de disjuntores), ou outros que possuem maneiras de instalar os fios (caso de alguns DR's), há também os casos de conectores, que devem sofrer pressões e torques máximos em seus parafusos, por tudo isso os detalhes de montagem devem ser anexados à documentação da instalação elétrica sempre que necessário.
- d) Memorial descritivo da instalação – Como o nome diz, trata-se de um descritivo com toda a memória da instalação elétrica, onde consta o funcionamento completo da instalação, memórias de cálculos, normas aplicadas, além de todo e qualquer detalhe que for imprescindível para a compreensão da instalação elétrica.
- e) Especificação dos componentes – Este item, também de fundamental importância para a instalação elétrica, deve conter as descrições dos componentes de toda a instalação, bem como as características de cada um e as normas aplicáveis, quando existentes, para cada um dos componentes. Desta forma, se consegue obter na verificação a garantia que a instalação elétrica foi concebida de acordo com o projeto e este projeto garante a qualidade e segurança para os usuários desta instalação elétrica. Como exemplo, podemos citar uma tomada, que deve possuir a característica nominal, como corrente e tensão, tipo (2P+T) norma e certificação aplicáveis, além de outros parâmetros que forem relevantes.

- f) Parâmetros de projeto – este documento traz todos os parâmetros usados para o cálculo da instalação elétrica, desde correntes de curto-circuito presumida, queda de tensão calculada, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente, fator de agrupamento, tipo de montagem etc. Este documento permite a qualquer profissional partir para uma modificação, ampliação, ou mesmo reforma, tendo como base os parâmetros levados em conta no projeto inicial. Vale lembrar que cada modificação efetuada na instalação elétrica física deve ser alvo de atualização da documentação. Esta ressalva é importante na medida em que uma instalação elétrica é projetada e encontra algumas dificuldades para a implementação no ponto de vista físico, algumas vezes devido a problemas arquitetônicos, outros por facilidade na instalação, e acabam sofrendo pequenas modificações que podem se tornar significativas. Por este motivo, toda a documentação ao ser entregue quando do término do trabalho, deve ser revisada para ilustrar exatamente o que foi construído, para isso é chamada de AS BUILT.



Existem duas recomendações feitas pela NBR5410/04, no quesito verificação. Uma diz que durante a realização da inspeção e dos ensaios, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança das pessoas e dos animais, bem como não produza danos à propriedade, tão pouco aos equipamentos instalados. Isto significa que os ensaios devem ter como cuidado, a preservação da integridade dos componentes, e o cuidado, na aplicação de uma alta tensão, por exemplo, não colocar em risco a segurança de pessoas e animais.

3. DOCUMENTAÇÃO – cont.

Existem duas recomendações feitas pela NBR5410/04, no quesito verificação. Uma diz que durante a realização da inspeção e dos ensaios, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança das pessoas e dos animais, bem como não produza danos à propriedade, tão pouco aos equipamentos instalados. Isto significa que os ensaios devem ter como cuidado a preservação da integridade dos componentes, e o cuidado, na aplicação de uma alta tensão, por exemplo, não colocar em risco a segurança de pessoas e animais.

A outra recomendação diz respeito ao caso de uma ampliação e/ou reforma. Como este item é realizado a partir de uma instalação elétrica já instalada, os cuidados para que esta ampliação ou reforma não danifiquem a instalação já existente devem ser levados em consideração. Como exemplo, podemos citar a construção de um circuito para a ligação de um chuveiro elétrico, a partir da instalação já existente, porém a capacidade desta instalação não comporta a carga de mais um chuveiro.

Quem vai verificar?

O item 7.1.5 da NBR5410/04 determina que as verificações devem ser realizadas por profissionais qualificados, com experiência e competência em inspeções. Isto significa que somente os profissionais que possuam curso reconhecido pelo sistema oficial de ensino poderão realizar uma verificação formalmente e emitir relatórios e laudos. No caso de uma certificação da instalação elétrica, esta verificação deve ser realizada por um órgão acreditado pelo INMETRO, ou seja uma empresa que se credenciou junto ao INMETRO para realizar este tipo de trabalho.

4. INSPEÇÃO VISUAL

Antes de qualquer teste ou ensaio ser realizado em uma instalação elétrica, é necessário proceder a uma inspeção visual para verificar a implementação de todas as medidas de proteção e segurança.

Esta inspeção permite verificar se todos os componentes que constituem a instalação elétrica estão de acordo com as respectivas normas de fabricação de cada componente, isso pode ser feito através da verificação da certificação pelos órgãos competentes.

Além disso, permite a verificação da implementação das medidas de proteção e segurança, dentro dos requisitos mínimos exigidos pela norma de instalação elétrica, além de outras ações que fazem com que a instalação elétrica esteja construída de forma segura e com qualidade.

1 – VERIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E SINALIZAÇÃO

COMPONENTES

A seleção dos componentes de uma instalação, levando em consideração os parâmetros descritos na NBR5410/04, é um item da verificação visual tão importante quanto os demais, pois é neste item que se identifica a presença de todos os componentes de proteção, como disjuntores, fusíveis, DR's, condutor de proteção, tomadas 2 pólos com o terceiro pino – 2P+T etc.

Após a identificação da presença de cada componente e de posse da documentação (ver item anterior), iniciamos a verificação das características de cada componente, como é o caso da cor do condutor de proteção, a corrente de atuação do DR, a capacidade de interrupção do disjuntor etc. Estes dados serão obtidos na documentação da instalação elétrica, que já foram vistoriadas e foi objeto de estudo do capítulo anterior.

Vamos tentar aqui, apresentar algumas das medidas de proteção que devem ser inspecionadas e o motive de que elas fazem parte integrante e necessária de uma instalação elétrica.

PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

- Medida de proteção contra choques elétricos conforme item 5.1 da NBR5410/04.

Dois princípios fundamentais para proteção contra choques elétricos são descritos a seguir e explicam o porquê destas medidas estarem presentes em qualquer instalação elétrica:

a) **Partes vivas perigosas não devem ser acessíveis.** Isto significa que precauções como isolamento de fios, cabos, condutores vivos em geral, devem ser tomadas. Os quadros de distribuição, geral, cargas, ou comando, ou qualquer outro quadro que possua partes vivas perigosas devem possuir barreiras de modo a não permitir o acesso aos condutores vivos. Dispositivos como soquetes de lâmpadas, plafunier ou semelhantes, devem prover barreiras para que os usuários não acessem acidentalmente as partes vivas e possam sofrer um choque elétrico. Vale aqui a lembrança de que são considerados condutores vivos, os condutores fase, retorno e neutro de uma instalação elétrica, portanto, devem ser objetos de proteção contra choque elétrico.

4. INSPEÇÃO VISUAL – cont.

b) **Massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, sejam em condições normais ou em condições que as tornem acidentalmente vivas.** Ao observarmos este item, veremos que as massas metálicas não energizadas devem ser motivo de proteção contra choques para que no caso de uma falha e energização acidental desta massa, os usuários não sejam expostos ao risco de choque elétrico. Isto pode acontecer, por exemplo, em uma falha de isolamento da carcaça metálica de uma geladeira, que ao ser energizada coloca em risco todos os usuários que dela se utilizam, por este motivo a medida de equipotencialização (condutor de proteção) deve ser implementada. E, no caso da instalação elétrica, ela deve permitir que o usuário interligue o condutor de proteção ao sistema de aterramento da edificação. Com a identificação e inspeção deste item garantimos que os dispositivos de proteção contra choques estarão dispostos e dimensionados para serem usados quando necessário.

Algumas pesquisas informais apontam que a maioria das pessoas já sofreu algum tipo de choque elétrico. Por este motivo é de suma importância que sejam tomadas todas as medidas para evitar este tipo de acidente.

Para a avaliação da proteção contra choques, vamos dividi-la em:

a) **Proteção Básica** – Meio destinado a impedir contatos com partes vivas perigosas em condições normais: Neste item deve-se verificar a implementação da isolação ou separação básica (por exemplo: reconstituição da isolação original do condutor com fita isolante), ou a aplicação de tensões reduzidas (uso de tensão abaixo da tensão limite de contato - 50 Vac) ou ainda o uso de barreiras ou invólucros que não permitam o acesso às partes vivas.

b) **Proteção Supletiva** – Meio destinado a suprir proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis, tornam-se acidentalmente vivas: Neste item deve ser verificada a presença de dispositivos de equipotencialização e seccionamento automáticos da alimentação (DR + condutor de proteção) quando aplicados.

Neste item vale ressaltar que o condutor de proteção PE (fio terra) deve estar presente em todos os pontos de alimentação da instalação elétrica.

c) **Proteção Adicional** – Meio destinado a garantir proteção contra choques elétricos em situação de maior risco de perda ou anulação das medidas normalmente aplicáveis, de dificuldade no atendimento das condições de segurança associadas à determinada medida de proteção e/ou ainda em situações ou locais em que os perigos de choque elétrico são particularmente graves. Neste item, iremos verificar os dispositivos de segurança contra choques aplicados em situações como: banheiro, áreas externas, piscinas, banheiras etc. Este item requer o uso de equipotencialização suplementar, e/ou o uso de DR de alta sensibilidade, e/ou o uso de dispositivos à prova de umidade.

PROTEÇÃO CONTRA EFEITOS TÉRMICOS

Medidas de proteção contra efeitos térmicos conforme item 5.2 da NBR5410/04: As pessoas e os equipamentos devem ser protegidos contra os efeitos térmicos prejudiciais que possam ser produzidos pelos componentes e causar:

- a) Risco de queimaduras,
- b) Combustão ou degradação dos materiais,
- c) Comprometimento da segurança de funcionamento dos componentes instalados.

É fato que quase todos os dias lemos em alguma mídia, ou ficamos sabendo, que um incêndio iniciou devido a um curto circuito na instalação elétrica e causou grande estrago. É fato também que uma instalação elétrica bem dimensionada e os dispositivos de segurança corretamente aplicados não causarão um incêndio. Então, resumindo, devemos garantir que os componentes da instalação elétrica estejam presentes e sejam adequados de forma a prevenir qualquer risco de incêndio, bem como não permitir que outros componentes possam colocar em risco a instalação elétrica, como por exemplo, a coordenação dos fios e disjuntores ou fusíveis.

Uma outra recomendação da norma está no uso de materiais combustíveis junto da instalação elétrica. A NBR5410/04 proíbe o uso de materiais combustíveis como parte de suas instalações. Esta avaliação deve ser feita entre a aplicação e o material, ou seja, o material não poderá incendiar na situação em que a instalação elétrica esteja em funcionamento.

4. INSPEÇÃO VISUAL – cont.

TIPOS DE LINHAS ELÉTRICAS

Seleção e instalação das linhas elétricas

A verificação visual passa pelo tipo de instalação escolhida, como eletrodutos, calhas abertas, calhas fechadas etc. Os tipos de condutores e os seus materiais de isolação, como PVC, EPR, XLPE, também devem ser alvo da inspeção visual. Outro item importante está na característica isolante do cabo, que deve ser não propagantes à chama em casos de locais de afluência de público, como cinemas, shoppings, igrejas etc. É recomendado ser livre de halogênio, tecnologia que inova o material isolante dos cabos e garante que em um incêndio o condutor de eletricidade não seja o propagante da chama e também não emita fumaça e gases tóxicos, motivo pelo qual muitas pessoas acabam sendo vítimas em incêndios.

Dentro deste assunto, a seção mínima dos condutores, como é o caso de fios com seção de 1,5 mm² para circuitos que comandem circuitos de iluminação, e as seções de 2,5 mm² para circuitos que atendam à tomadas de uso geral, devem ser respeitadas e fazem parte dos itens verificados na inspeção visual.

Ainda dentro deste assunto, podemos encaixar a verificação das conexões, que devem estar em perfeitas condições e garantir a continuidade do serviço. Um ponto importante nas conexões: a conexão com o eletrodo de aterramento, que se pode aproveitar para verificar, inclusive, as condições do próprio eletrodo, que deve manter a integridade, permitindo um perfeito funcionamento dos dispositivos de segurança.

SEPARAÇÃO DOS CIRCUITOS

A separação dos circuitos de iluminação e de tomadas deve ser confirmada através da inspeção, exceto para os casos previstos no item 9.5.3 da NBR5410/04 que versa sobre possibilidades para locais de habitação.

A separação dos condutores de proteção (terra) e neutro, de acordo com o esquema de aterramento adotado, também devem ser verificados nesta inspeção.

Aproveitando esta etapa da verificação, podemos conferir se o condutor de proteção (fio terra) está instalado em todos os pontos de alimentação e todas as tomadas, bem como se há algum condutor neutro sendo usado como condutor de proteção.

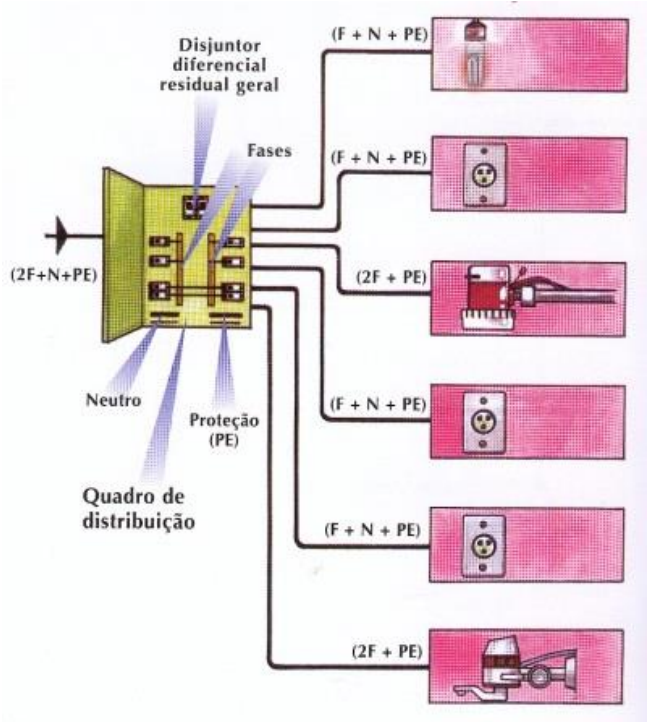
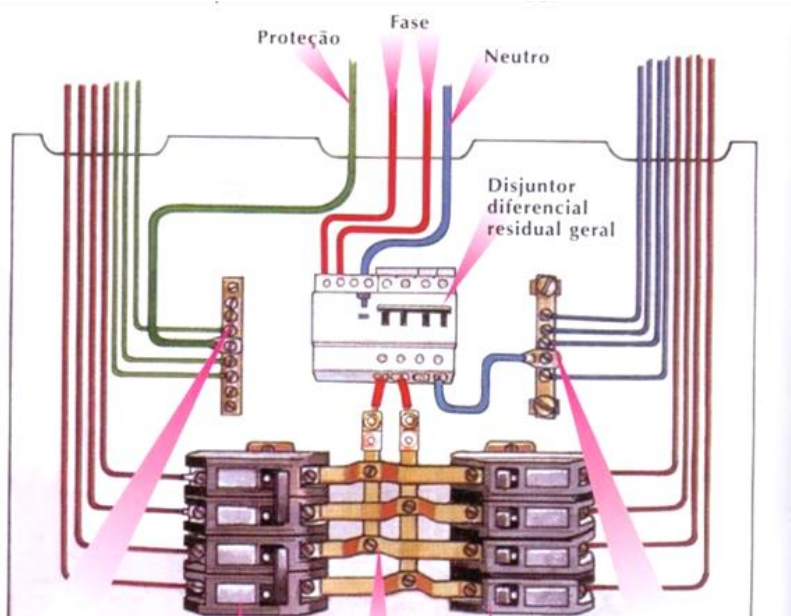


Figura 1 – Divisão da instalação
Fonte: Procobre

Figura 2 – Quadro de distribuição
Fonte: Procobre



FIOS E CONDUTORES SOLTOS OU EXCESSO DE FIOS

A presença de condutores soltos, sem uma proteção, exceto quando possuírem características para tal, deve ser verificada, já que os condutores devem ser protegidos mecanicamente, através de eletrodutos, bandejas, eletrocalhas etc. Também a quantidade de fios nas canaletas, eletrodutos ou calhas, deve ser observada visualmente, já que é recomendado que a ocupação dos eletrodutos não tenham mais que 40% de ocupação em fios.

4. VERIFICAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE

CONFORMIDADE

Durante a inspeção visual, um dos itens a ser verificado se refere à conformidade com a norma e com os órgãos certificadores, quando aplicáveis. Esta verificação pode ser efetuada pela presença de marca de conformidade diretamente no produto, pode também ser através da identificação da marca de certificação por um órgão competente, como no caso do INMETRO. Esta certificação é sempre executada por um organismo de terceira parte, acreditado (certificado) pelo INMETRO. Outra forma de conformidade com as normas pode ser obtida pela declaração do próprio fabricante, que declara que o produto está de acordo com uma determinada norma, neste caso a verificação de uma etiqueta, marcação no produto, ou mesmo um documento garante este procedimento.

O sistema de certificação do INMETRO possui alguns produtos com certificação compulsória, o que obriga todos os produtos vendidos e fabricados no Brasil a se submeterem a este sistema de avaliação. No caso de componentes das instalações elétricas, os seguintes itens são passíveis de certificação compulsória e devem sempre apresentar o selo do INMETRO e da certificadora, são eles:

- Cabo de potência com isolamento sólida extrudada de PVC para tensões até 1KV;
- Fusível Tipo Rolha e tipo Cartucho;
- Condutores Isolados com PVC, para tensões nominais de 450/750V, sem cobertura para instalações fixas (ABNT NM 247-3 e ABNT NM 247-4);
- Equipamento Elétrico para Atmosfera Potencialmente Explosiva, nas condições de gases e vapores inflamáveis;
- Cabos, Cabos e Cordões Flexíveis prolongadores e Cordões Flexíveis para tensão até 750 V;
- Disjuntor – (NBR 5361, NBR IEC 60947-2 e NBR IEC 60898 ou NBR NM IEC 60898);
- Plugues e Tomadas para uso doméstico e análogo;
- Interruptores para instalações elétricas fixas, doméstica e análoga, para tensões de até 440 V;
- Reator para lâmpada fluorescente tubular;
- Reator eletrônico alimentado em corrente alternada, para lâmpada fluorescente tubular.

INTEGRIDADE FÍSICA DOS COMPONENTES

A integridade física dos componentes de uma instalação deve ser verificada através da inspeção visual. Isto significa verificar se cada um dos componentes da instalação elétrica não está danificado, faltando peças ou pedaços, com sinais de superaquecimento, ou qualquer outro sinal que coloque em dúvida a integridade de cada componente. Desta forma, estamos garantindo que os produtos estarão em perfeitas condições de uso, e aliado ao item da certificação, também é garantia de qualidade e segurança de cada um dos componentes da instalação.

Além da inspeção com relação à integridade dos componentes, algumas perguntas devem ser feitas e respondidas pela inspeção visual:

- *Há alguma caixa de ligação ou caixa de passagem que está sem tampa?*

Estes componentes, ou mesmo quadros de distribuição, e qualquer outro ponto que o usuário possa ter acesso a fios e cabos, devem sempre ter uma proteção de forma que os usuários não tenham acesso e não possam correr riscos, a menos que seja desmontado por alguma ferramenta.

- *As emendas, conexões e derivações estão bem isoladas e dentro das caixas, seja de passagem ou de distribuição?*

As emendas e conexões de condutores entre si e também com outros componentes da instalação devem garantir continuidade elétrica durável, adequada suportabilidade mecânica e adequada proteção mecânica como diz o item 6.2.8 da NBR5410/04; isto inclui o uso de material de boa qualidade tanto para o condutor, e para o isolamento. O isolamento de uma conexão NUNCA deve ser realizado dentro de eletroduto, calhas ou qualquer outra parte da instalação que não sejam as caixas de passagens ou caixas de derivações, e todas as conexões devem estar acessíveis para verificação, ensaio e manutenção.

- *O quadro de distribuição está limpo, seco e identificado?*

A limpeza das partes da instalação elétrica (quadro de distribuição, caixas de passagem, quadro geral etc.) juntamente com a ausência de umidade ou produtos que possam colocar em risco a instalação elétrica devem ser verificados visualmente e, caso apresentem uma destas falhas, ser imediatamente solucionado. Cada quadro deve também possuir identificação através de etiquetas, placas ou outros meios.

4. VERIFICAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE – cont.

IDENTIFICAÇÃO

Da mesma forma que os quadros devem ser identificados, os diversos dispositivos de comando, manobra e/ou proteção devem ter sua identificação feita de forma a permitir que o usuário conheça sua finalidade. Identificar o disjuntor de proteção de um circuito que atenda ao chuveiro elétrico da suíte de uma casa é um exemplo. Identificar os interruptores que comandem a iluminação de um determinado setor é outra forma.

Ainda no assunto identificação, o uso de cores da isolação para identificação dos condutores devem seguir as seguintes regras:

- Conductor de proteção (fio terra) deve ser identificado pelas cores, verde com listras amarelas, ou simplesmente na cor verde;
- Conductor neutro – deve ser identificado pela cor azul claro;
- Conductor PEN (PE + Neutro) deve ser identificado pela cor azul claro e possuir anilhas na cor verde e amarelo em todos os pontos visíveis da instalação;
- Condutores fase, assim como qualquer outro condutor que seja usado em uma instalação elétrica com funções diferentes das anteriores descritas, podem ser identificados por quaisquer outras cores que não as descritas para o condutor PE, Neutro ou PEN.

ACESSIBILIDADE

A acessibilidade da instalação elétrica, principalmente o quadro de distribuição e comando, deve ser alvo da inspeção visual. Os componentes da instalação elétrica, incluindo as linhas elétricas devem ser dispostas de forma a facilitar sua inspeção, operação, manutenção e acesso às conexões.

Resumindo, o acesso não pode ser significativamente reduzido pela montagem dos componentes em invólucros ou compartimentos, ou mesmo obstruído por qualquer que seja o dispositivo.

QUADRO RESUMO

VERIFICAÇÕES VISUAIS:

Abaixo segue um resumo das verificações visuais que devem ser realizadas numa instalação elétrica.

- Quadro de distribuição com barreiras evitando o acesso às partes vivas;
- Condutores isolados e nas caixas de passagem ou quadro de distribuição;
- Soquetes e dispositivos de iluminação sem acesso às partes vivas;
- Uso de tensão de segurança;
- Presença de dispositivos de proteção contra choques e contra efeitos térmicos;
- Presença de condutores sem proteção mecânica;
- Tomadas 2P+T;
- Conductor de proteção em todas as tomadas;
- Separação de circuitos;
- Equipotencialização;
- Certificação dos produtos;
- Identificação dos condutores;
- Seção mínima dos condutores;
- Componentes da instalação não podem estar danificados;
- Dispositivos de proteção identificados;
- Produtos em conformidade com as normas aplicáveis;
- Uso de materiais combustíveis proibido;
- Conexões em perfeito estado, e isoladas;
- Eletrodo de aterramento em condições perfeitas.

5. ENSAIO

Além das inspeções visuais, os ensaios fazem parte da verificação da instalação elétrica, pois é nestes ensaios que vamos garantir a confiabilidade dos equipamentos, e da instalação como um todo. Os ensaios são tão importantes quanto a inspeção visual, pois de nada adianta uma instalação ser executada com todos os requisitos do projeto, se os produtos utilizados não atendem às exigências de segurança, como por exemplo, uma desconexão do condutor de proteção junto ao eletrodo de aterramento, que tenha ocorrido por qualquer motivo durante a instalação.

O item 7.3 da NBR5410/04 complementa a verificação de uma instalação elétrica para a certificação, apontando os ensaios (não destrutivos) que devem ser realizados, além de determinar a sequência que estes ensaios devem seguir para a obtenção de uma melhor performance e resultado. Vamos verificar o que diz este item.

a) Continuidade dos condutores de proteção, incluindo as equipotencializações principal e suplementares.

Como salientamos anteriormente, não se pode descuidar de nenhum detalhe em relação a uma instalação elétrica, principalmente quando diz respeito aos dispositivos de segurança. Muitas vezes sou questionado quanto ao parâmetro de resistência de aterramento que deve ser adotado para que o aterramento seja considerado adequado, e respondo com a seguinte frase: *Garanta primeiro que todos os componentes do sistema de aterramento estejam interligados e seguros contra intempéries, pois de nada adianta ter uma resistência de solo com 1 Ohm/cm^2 , se foi esquecido de conectar o condutor de proteção ao eletrodo.*

Este primeiro ensaio proposto irá garantir exatamente esta condição, ou seja, que todos os pontos de aterramento estejam em perfeito estado, sejam interligados em toda a sua extensão e sem a existência de situações que possam causar danos à instalação. Resumindo “É a garantia de que todo o sistema de aterramento está interligado e que possui uma continuidade”.

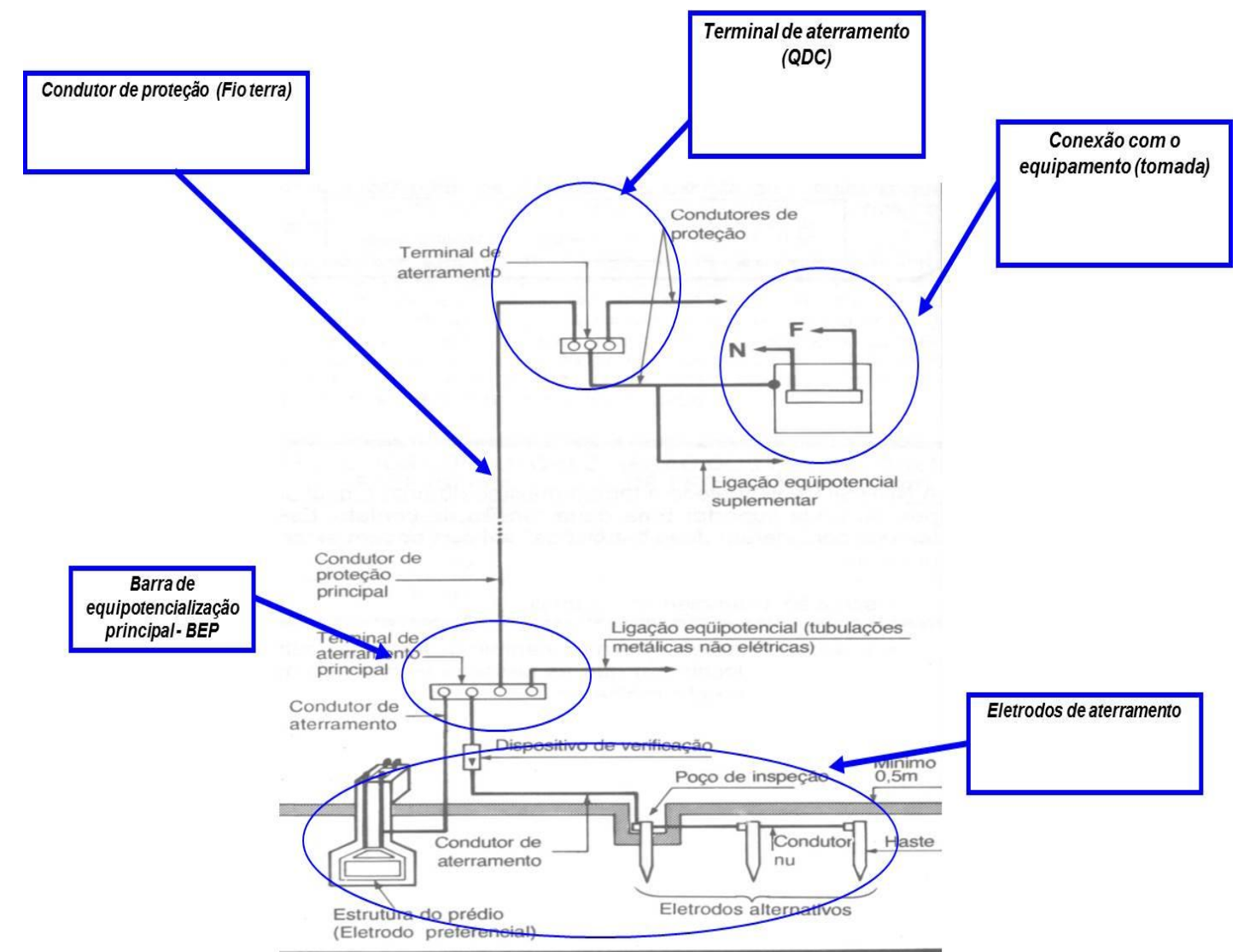
Abrindo um parêntese neste assunto, uma das definições de um sistema de aterramento é a seguinte: *Interligar um equipamento à terra através de um caminho seguro e de baixa resistência.*

Portanto, um sistema de aterramento tem que garantir que um *equipamento possa ser interligado* (através da tomada por exemplo) à *terra* (eletrodo de aterramento) através de um *caminho de baixa resistência* (baixa resistência = fio / condutor) e *seguro* significando que deve ter continuidade em toda a sua extensão. Para que este ensaio seja realizado é proposto que se utilize um instrumento com uma fonte de tensão entre 4 e 24 V e uma corrente de ensaio de, no mínimo, 0,2 A (Ohmímetro por exemplo).

O ensaio de continuidade deve ser realizado em toda a extensão da instalação, verificando a continuidade dos condutores de proteção (fio terra), verificando a interligação com os pontos de tomadas e a conexão com o(s) eletrodo(s) de aterramento.

Na figura abaixo, você consegue identificar os componentes de um sistema de aterramento, estes componentes é que devem ser alvo desta inspeção.

Figura 3 – Componentes do Sistema de aterramento



5. ENSAIOS – cont.

b) Resistência de isolamento da instalação elétrica

Este ensaio deve ser realizado com um instrumento que forneça a tensão de contato estipulada na tabela abaixo (tabela 60 da NBR5410/04) e que forneça uma corrente de 1 mA e seja em corrente contínua. Deve ser realizada entre os condutores vivos, tomados dois a dois (fase – fase) (fase – neutro) e entre cada condutor vivo e o condutor de proteção (terra) .

- Neste segundo caso pode-se interligar o neutro e os condutores fase para a medição.
- Se a configuração do sistema de aterramento usar o esquema TN-C, o Neutro deve ser considerado parte da terra.

Nesta etapa da medição, os equipamentos que vão se utilizar da instalação elétrica devem estar desconectados, de forma a garantir que estes não influenciem nas medições e nos resultados.

Caso esta medição de resistência de isolamento seja realizada em instalações que possuam dispositivos eletrônicos, o método de medição deve ser modificado de forma a preservar a integridade e funcionamentos destes dispositivos, sendo realizada da seguinte maneira: deve-se medir entre o sistema de aterramento de um lado e todos os outros condutores interligados do outro lado. Vale lembrar que os ensaios não devem ser destrutivos, portanto há a necessidade de se tomar cuidado durante os procedimentos.

Tabela 1 – Tensão Nominal x Tensão de ensaio x Resistência de Isolamento

TENSÃO NOMINAL DO CIRCUITO (V)	Tensão de ensaio (Vcc)	Resistência de Isolamento (Mohms)
SELV e extra baixa tensão funcional, quando o circuito for alimentado por um transformador de segurança e atender os requisitos de 5.1.2.5.4 *	250	>= 0,25
Até 500 V (inclusive) com exceção do caso acima	500	>= 0,5
Acima de 500 V	1000	>= 1,0

Fonte: ANBT NBR 5410/2004

c) Resistência de isolamento das partes da instalação objeto de SELV, PELV ou separação elétrica.

Vamos relembrar o significado de SELV e PELV antes de continuar.

SELV - do inglês (*Sepereted Extra-low Voltage*): Sistema de extrabaixa tensão que é eletricamente separado da terra, de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico.

PELV – do inglês (*Protected Extra-low Voltage*): Sistema de extrabaixa tensão que não é eletricamente isolado da terra, mas que preenche de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

Nesta configuração da instalação, isolação básica e separação de proteção, que caracterizam o SELV e PELV (item 5.1.2.5 da NBR5410/2004), as medidas da resistência de isolamento devem ser efetuadas com os equipamentos de utilização conectados, sempre que possível e devem atender a tabela acima como parâmetro mínimo de resistência. O mesmo se aplica para sistemas que se utilizem de separação elétrica individual, como prescreve a NBR5410/2004 no item 5.1.2.4

d) Seccionamento automático da alimentação:

Este item do ensaio requer um conhecimento mais aprofundado da instalação, pois depende do esquema de aterramento escolhido e instalado e do sistema de proteção contra falta instalado. Faremos uma verificação das condições de proteção por equipotencialização e o seccionamento automático da alimentação. Vamos tentar resumir cada um destes itens, porém vale lembrar que nosso objetivo é informar sobre a verificação das instalações elétricas e não substituir o uso da norma NBR5410/2004 para todos os ensaios. Também é importante ressaltar que neste ensaio iremos assumir que o ensaio de continuidade dos condutores de proteção (capítulo anterior) já tenha sido realizado.

Esquemas TN:

No esquema de aterramento TN, deve-se verificar a conformidade em relação as características do dispositivo de proteção e a impedância do circuito. Estas devem ser tais que, se ocorrer uma falta entre fase e terra (condutor de proteção) o seccionamento ocorra em, no máximo, o valor especificado pela tabela 25 da NBR5410/2004.

5. ENSAIOS – cont.

Tabela 2 – Seccionamento automático

U _o V	Tempo de seccionamento s	
	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127	0,8	0,35
220	0,4	0,20
254	0,4	0,20
277	0,4	0,20
400	0,2	0,05
NOTAS		
1 U _o é a tensão nominal entre fase e neutro, valor eficaz em corrente alternada.		
2 As situações 1 e 2 estão definidas no anexo C.		

Fonte: ANBT NBR 5410/2004

Para que esta condição seja atendida, a impedância do percurso da corrente de falta vezes a corrente de atuação do dispositivo de proteção, no tempo especificado pela tabela 25, deve ser igual ou menor que a tensão nominal entre fase e neutro.

$Z_s \cdot I_a \geq U_o$

Os dispositivos de seccionamento automáticos permitidos no esquema TN, pode ser o dispositivo de proteção à sobrecorrente ou à corrente diferencial-residual, este último sendo proibido em esquema TN-C.

As medições de impedância da corrente de falta estão descritas no anexo K da NBR5410/2004, que apresenta dois métodos, o método K1 que realiza a medição através da queda de tensão, onde uma carga resistiva variável é inserida no circuito e depois retirada, e as medidas da tensão e da corrente aplicadas na fórmula abaixo para obter o resultado da impedância medida.

$Z = U1 + U2 / I_r$ onde:
Z – Impedância percurso da corrente de falta
U1 – Tensão medida sem carga
U2 – Tensão medida com carga
I_r – corrente na carga

E o método K2, que propõe a aplicação de uma fonte separada, e a desconexão da alimentação normal, além do curto-circuitação do primário do transformador. Neste caso, o cálculo da impedância é dado pela fórmula:

$Z = U / I$
Onde Z – Impedância do circuito de falta
U – Tensão medida
I – Corrente medida.

Outra maneira de se obter a impedância da corrente de falta está em medir a resistência dos condutores de proteção, desde que seja satisfeita as seguintes condições:

- Não haja elementos ferromagnéticos interpostos entre a linha e o condutor de proteção, este incorporado à mesma linha que contém os condutores de fase.
- A seção do condutor PE não seja superior a 95 mm²
- Ainda para esquemas TN, o ensaio deve contemplar a verificação das características do dispositivo de proteção (inspeção visual) e no caso do uso de DR, o ensaio de funcionamento (pressionando o botão de teste do DR e verificando a atuação).

5. ENSAIOS – cont.

Esquema TT:

A conformidade com os requisitos de proteção por seccionamento automático, passam pelo uso de dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual conhecidos como DR. E a verificação da resistência de aterramento das massas como descrito abaixo:

- Medição da resistência de aterramento das massas da instalação

Neste caso há uma necessidade de utilizar um dos dois métodos de medição de resistência de aterramento apresentado no anexo J da NBR5410/2004. O método 1, conhecido como método a 3 fios, utiliza uma corrente alternada de valor constante circulando entre o eletrodo de aterramento sob o ensaio T e um eletrodo auxiliar T1, inserido a uma distância tal que não sofra influência mútua de T. Um segundo eletrodo auxiliar T2 é inserido na metade da distância entre T e T1 e serve para obter a queda de tensão entre T e T2. Os cálculos da queda de tensão entre T e T2 dividida pela corrente que circula entre T e T1 resulta na resistência de aterramento do eletrodo T.

Neste método é necessário realizar mais duas medidas variando o eletrodo T2, em direção a cada um dos eletrodos (T e T1), variando a distância em 6 metros do ponto central.

- O método 2 também utiliza dois eletrodos auxiliares, mas não se preocupa com o alinhamento. Neste caso, se utiliza uma corrente compatível com a tensão de ensaio máximo de 50V. O método consiste em injetar esta corrente entre os dois eletrodos auxiliares T1 e T2, medindo a tensão e a corrente injetada e calculando a soma das resistências de T1 e T2.

$$R1 + R2 = U1-2 / I$$

Na sequência injeta a corrente entre o eletrodo T0 e T1 e usa o eletrodo T2 como referência. Mede-se as tensões entre T0 e T2 e entre T1 e T2, obtendo os valores de resistência de T0 e T1.

$$R0 = U0 - 1 / I \quad e \quad R'1 = U1 - 1/I$$

Repete-se o ensaio usando T1 como referência e medindo as tensões entre T0 e T1 e T2 e T1. Com isso se obtém os valores de resistência de aterramento de T0 e T2.

$$R'0 = U0 - 1 / I \quad e \quad R'2 = U2 - 1 / I$$

A comparação dos valores obtidos para T0 e a soma das resistências de T1 e T2 verifica se os valores estão próximos e, neste caso, valida o teste, caso contrário devem ser repetidas com espaçamento maior entre os eletrodos.

Para este esquema de aterramento, há a necessidade de se realizar a inspeção visual e ensaio de funcionamento do DR de acordo com os exemplos citados no anexo H da NBR5410/2004.

Esquemas IT:

Neste esquema de aterramento, a verificação é realizada através de ensaios para a verificação da proteção por equipotencialização e seccionamento automático da alimentação, através da verificação da corrente de primeira falta. Esta verificação poderá ser determinada por cálculo, o que é preferencial, e se torna desnecessária se todas as massas da instalação estiverem ligadas ao eletrodo de aterramento da alimentação, ou por medição que é indicada somente quando não é possível a realização do cálculo.

e) Ensaio de tensão aplicada

A aplicação de uma tensão de ensaio durante 1 minuto, e a verificação, prevê que não deve ocorrer arcos e tão pouco disrupções em qualquer parte da instalação elétrica. Os valores de tensão a serem aplicados para este ensaio, devem seguir os valores constantes nas normas aplicáveis aos conjuntos ou montagem, como se fosse um único produto pronto de fábrica. O anexo M da NBR5410/2004 define que a tensão de ensaio aplicada entre condutores vivos e massa. Deve iniciar com 50% da tensão de ensaio indicado na tabela 3 (vide abaixo) e deve ir aumentando progressivamente até atingir 100% da tensão de ensaio em 10 Segundo. Também define que o ensaio deve ser executado com frequência de 60Hz ou o da rede e sinal senoidal.

5. ENSAIOS – cont.

Tabela 3 - Tensão de ensaio

U ¹⁾ (V eficaz)	Isolação básica	Isolação suplementar	Isolação reforçada
50	500	500	750
133	1 000	1 000	1 750
230	1 500	1 500	2 750
400	2 000	2 000	3 750
690	2 750	2 750	4 500
1 000	3 500	3 500	5 500
¹⁾ Tensão entre fase e neutro em esquemas TN e TT; tensão ente fases em esquemas IT.			

Fonte: ANBT NBR 5410/2004

f) Ensaio de funcionamento

A última etapa de ensaios trata do ensaio de funcionamento. Este ensaio fará a verificação do funcionamento de todos os componentes, equipamentos, dispositivos de segurança da instalação elétrica. É a ultima ação antes de se proceder a entrega da instalação ao usuário.

Esta verificação pode incluir o teste em DR´s, verificação de sinalização e identificação de circuitos, como por exemplo: um determinado dispositivo (disjuntor) definido como proteção de um circuito de iluminação pode ser verificado também neste ensaio.

CONCLUSÃO

Nosso intuito ao produzir este material, foi permitir que o leitor tivesse acesso à informação de que a Norma de Instalação Elétrica de Baixa Tensão NBR5410/2004, possui um conjunto de regras que permite ao profissional e ao contratante, fazer uma verificação da instalação elétrica, seja em uma construção, seja em uma reforma, ou simples manutenção, de maneira a poder garantir que a instalação elétrica possua as características mínimas de qualidade e segurança. Desta forma, usuários podem exigir estas avaliações para garantir que não sejam vítimas de condições inseguras.

O sonho da certificação compulsória da instalação elétrica, levando a necessidade de um organismo inspetor verificar a instalação baseado no capítulo 7 da NBR5410/2004, alimenta nossa esperança de um dia poder reduzir acidentes causados por imprudência de profissionais ou mesmo a falta de informação do usuário.

O material apresentado aqui é uma síntese de uma norma (NBR5410/2004) e está disponível a qualquer pessoa, podendo ser adquirida junto à ABNT e seus representantes. Como toda a norma da ABNT, a sua implementação se torna obrigatória por lei, como é o caso do Código de Defesa do Consumidor, entre outros dispositivos, porém o que se vê no dia a dia é outra realidade.

O que se vê é a realidade do mais barato e com pouca qualidade. Felizmente as coisas estão mudando, não na velocidade que desejamos, porém há uma esperança. Se todos trabalharem para um motivo comum, o de criar a cultura de qualidade e segurança na contratação de serviços e aquisição de produtos de eletricidade, certamente teremos uma significativa redução dos números de acidentes devido a instalação elétrica.

Vale lembrar que há uma diferença entre verificação e certificação, como foi explicado nos capítulos anteriores. A verificação pode ser executada por um profissional habilitado, baseado nos itens apresentados nestes capítulos. A certificação deve ser realizada por um órgão credenciado de terceira parte, com base na Portaria 51/2014 do INMETRO.

Nosso objetivo é conscientizar as pessoas que vão comprar, alugar ou mesmo ocupar um imóvel, seja ele para o uso que for: solicite a certificação das instalações elétricas emitida por um órgão credenciado. Esta será a garantia de segurança de seu imóvel no que se refere aos acidentes que acontecem diariamente tendo a eletricidade – mal cuidada – como origem.

Engenheiro Eletricista Edson Martinho

AGRADECIMENTOS:

Quero agradecer à minha esposa Meire, minhas filhas Laiz e Stefanie e meu filho João Alberto, que me inspiram e apoiam diariamente a continuar seguindo em frente e fazendo o que eu gosto, além de tentar ajudar as pessoas de alguma forma.

Aos amigos, Hilton Moreno, um mestre que busco seguir na minha vida profissional; Milena Prado, que me ensinou e ensina muitos caminhos profissionais e pessoais; e Sérgio Santos, que mesmo com todas as diferenças de opinião, continuo aprendendo com ele .

E a todos os demais profissionais e amigos que, de uma forma ou de outra, fazem parte da minha vida.

BIBLIOGRAFIA:

ABNT NBR 5410/2004

Aterramento – Procobre

NR-10 – 2004