

Capítulo VI

Verificação final

Parte 1

*Por Marcus Possi**

Este artigo abordará o Capítulo 7 da norma ABNT NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV, que trata sobre verificação final.

Este capítulo da norma tem a função de orientar as equipes e os profissionais na validação das instalações elétricas. Validar uma instalação elétrica significa afirmar que a instalação está em condições de ser energizada e colocada em serviço em segurança.

Não devemos encarar qualidade de serviços e produtos realizando verificações ao final, mas nesse caso em particular não estamos falando de qualidade da instalação. Estamos falando de segurança.

Encarando o processo de projeto, aquisição, montagem e testes de funcionamento como um trabalho contínuo e objetivo de produção de um ativo organizacional, podemos verificar que seu sucesso vem cancelado na “verificação final” – Avaliação do estado e condições de uso de todo o conjunto proposto àquilo que se destina. Não devemos encarar esse fechamento de processo como verificação de qualidade de processo, mas sim como garantia de segurança dos componentes e do conjunto.

Esse processo de verificação final é encontrado também nas normas de instalações de baixa tensão e é mostrado como fundamental para a conclusão e entrega dos trabalhos realizados. Sejam esses trabalhos serviços de construção ou manutenção, podemos observar pelo que será exposto nesse artigo que o primeiro ensaio é realizado após a entrega da instalação elétrica, gerando com isso um documento com o mesmo princípio de uma “certidão de nascimento”. Essa certidão, depois de declarada, inicia uma documentação que

acompanhará as futuras e subseqüentes inspeções oriundas de serviços de manutenção. Esse conjunto de documentos reporta e publica o estado da instalação ao longo do seu tempo de vida e define parâmetros importantes para os profissionais que interagirão de forma direta ou indireta com elas. A NR 10 do Ministério do Trabalho e Emprego, republicada em 8 de dezembro de 2004, evidencia que esse tipo de documento é importante e essencial para o quesito de segurança do trabalho, registrado no seu item 10.1.2, logo no início do documento, que devem ser observadas as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e a ABNT NBR 14039 é uma delas. Esse documento caracteriza os resultados dos ensaios como uma medida de controle ao risco elétrico, pois no seu item 10.4.6 prevê ensaios e testes elétricos laboratoriais, de campo e de comissionamento de instalações elétricas.

Quando falamos em equipamentos de alta tensão nos referimos a grandes blocos de energia que são chaveados e transmitidos por equipamentos elétricos. No caso das instalações relativas a esta ABNT NBR 14039, esses equipamentos de alta tensão mostram-se mais próximos e frequentes aos usuários do que as instalações com níveis de tensão 138 KV ou acima, como é o caso das instalações das concessionárias e das subestações de grande porte. A única forma de garantirmos os resultados da montagem, dispositivos de bloqueio e de proteção, é por meio de testes e ensaios, os quais devem ser realizados por profissionais treinados, com equipamentos e instrumentos aferidos e comprovadamente reconhecidos por organismos certificadores.



Prescrições gerais

No item 7.1.1 é previsto que toda “instalação, extensão ou alteração de uma instalação existente deve ser visualmente inspecionada e ensaiada, durante e/ou quando concluída a instalação, antes de ser posta em serviço pelo usuário”. Isso significa que, aliada à NR 10 já citada, nada poderá ser colocado em serviço ou energizado sem as garantias de segurança necessárias. O tema “documentação”, previsto nessa norma nas suas definições e quantidades mínimas, aparece como necessário para registros e deve ser fornecido às pessoas encarregadas desse trabalho, na condição de documentação como construído (as built). Nesse ponto pode ser observada a preocupação da norma em ter

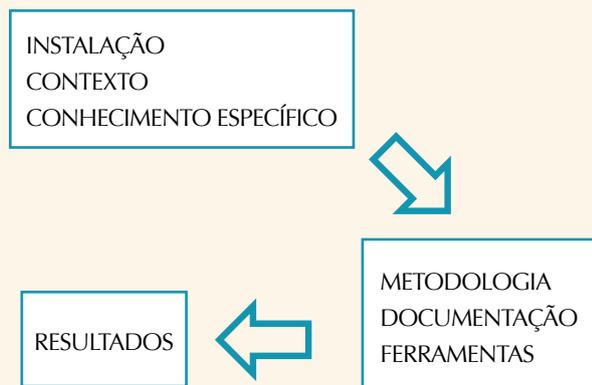
ressaltado que o conjunto de documentos, ou projetos executivos, deve estar revisado previamente para representar a real condição de construção deixada pelas equipes de construção ou manutenção. Isso pode significar, em breves palavras, que o projeto deve ser inspecionado ao final, trazendo essa rotina de “verificações finais” até para os trabalhos de projeto.

Mas um ponto de segurança é observado no item 7.1.3, o qual diz: “durante a realização da inspeção e dos ensaios, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança das pessoas e evitem danos à propriedade e aos equipamentos instalados”. Como todo serviço afeto às instalações elétricas, o quesito segurança aparece novamente. Diversos ensaios elétricos são realizados com aplicação de grandezas elétricas de valor elevado, ainda que de forma indireta, preconizando as condições de estresse proporcionais e relativas aos valores nominais oficiais. Os ensaios que serão descritos na segunda parte desse tema como HIPOT – High Potencial, MEGGER, ensaio de isolamento, fator de potência (FP) – aplicam níveis de tensão de até 25 KV em tensão contínua ou alternada com os mesmos perigos que instalações elétricas desse nível apresentam. Isso significa aplicar as medidas de controle necessárias e pertinentes ao trabalho.

Como complemento de documentação das instalações elétricas, no seu item 7.1.5, a norma registra a necessidade de se elaborar um documento de garantia de conformidade da instalação elétrica, sempre por profissional devidamente habilitado.

Inspeção visual

Iniciamos esse tópico com uma breve explanação do entendimento do trabalho da inspeção elétrica. A figura ilustrativa a seguir mostra, de forma simplificada, o processo de inspeção como um trabalho de inspeção. Poderíamos dizer então que uma inspeção carece de técnica e dentro de um modelo de “entradas” – “processamento” – “saídas”.



Entradas ou insumos do trabalho – Para início dos trabalhos, é necessária a etapa de planejamento de ações e serviços, produção de documentação e materiais para o trabalho da inspeção. O planejamento precede obrigatoriamente a etapa de execução e seu tempo deve ser considerado no contexto geral de serviços. Quando nos referimos ao seu tempo, queremos dizer o tempo de trabalho, os recursos para o trabalho, necessários para garantir que a execução seja objetiva, precisa e amparada sem surpresas.

Inicialmente, a equipe de planejamento deve lembrar que cada instalação é única e suas características, embora semelhantes, não podem ser padronizadas de forma rígida. Um padrão estabelecido sem a preocupação de reanálise a cada novo serviço de inspeção pode trazer vícios e omissões que comprometerão os resultados do trabalho e da melhor técnica. Definimos aqui como elementos de “entrada do processo” as instalações, o contexto de trabalho destas e algum conhecimento específico que venha a ser necessário.

As instalações ou objeto do trabalho – As instalações são únicas e uma padronização ou modelagem “final” está por longe a acontecer. Temos como classificar as instalações de diversas maneiras e, aqui, nesse item em particular, vamos ficar restrito às formas físicas e de construção, conforme a norma já nos orientou. A classificação pode vir em função dos níveis de tensão utilizados nas instalações, nos tipos de instalações encontrados no local, no tipo de arranjo, nas disposições de alimentação quando encontramos diversas linhas de alimentação e nos quadros de distribuição, ou ainda pelas áreas geográficas atendidas dentro do local de fornecimento de energia. São abordados os equipamentos e materiais, a sua topologia e construção. Poderíamos dizer que esse item se refere ao físico e aos equipamentos.

Contexto de trabalho da instalação – O contexto nesse caso se refere à forma de uso ou finalidade, acesso, e tipo de documentação esperada para a operação e a manutenção dos equipamentos, circuitos e manobras a que a instalação está sujeita no seu dia a

dia. O mesmo tipo de instalação elétrica pode estar com padrões de “acesso” diferentes. Uma instalação pode atender ao público em geral e um tipo muito semelhante pode estar sujeito apenas a profissionais específicos e internos de um setor. Quando falamos em instalações em alta tensão – objeto da norma em estudo –, os documentos e requisitos se mostram mais detalhados do que as instalações de baixa tensão. A análise do proposto nesse item forçosamente levará o profissional a recorrer à lista de normas técnicas de apoio para poder entender os parâmetros a serem aplicados no ato da inspeção. Poderíamos dizer que esse item se refere aos documentos, entendimento de uso e aplicabilidade das instalações físicas e seus equipamentos. Uma das entradas para esse processo, e não menos importante, é o padrão a ser estabelecido para comparação e avaliação de conformidade, ou seja, no caso em estudo com foco na NR 10. Somente a existência de um padrão de referência validará o resultado da inspeção técnica.

Conhecimento específico aplicado à instalação – Esse item foi inserido para alertar sobre as especificidades que encontramos por diversas vezes quanto à aplicação de novas tecnologias de equipamentos e originalidade de projeto. Nesse caso, essa originalidade, pelo arranjo dos circuitos ou seus materiais, deve ser pesquisada e considerada na montagem dos materiais que serão utilizados no preparo da inspeção. Na segunda parte desse tópico, abordaremos com mais detalhes os ensaios previstos pelos fabricantes dos equipamentos.

Processos de trabalho – Quando falamos em processo, temos logo a ideia de um conjunto de ações porque se realiza uma operação qualquer, sendo frequentemente uma sequência contínua que se reproduz com certa regularidade ou rotina. Na inspeção, o processo é o trabalho que será realizado pelos profissionais e, nesse caso, não se limita ao ato de estar no local das instalações elétricas para a verificação “in loco”. Sendo um trabalho responsável, é definido por uma metodologia padronizada aplicada a todos os envolvidos na forma de “padrão de trabalho” e gera uma documentação que traz em si o registro formal e os documentos a serem utilizados no ato da inspeção (ferramentas).

Metodologia de trabalho – O procedimento da inspeção deve ser previamente planejado e documentado, de forma a garantir transparência e imparcialidade aos envolvidos no processo de inspeção, aos que pedem, realizam e recebem seus resultados. O padrão de referência para a inspeção deve ser definido e confrontado com as normas e legislações vigentes, verificando-se a hierarquia de sua aplicação. A partir dessa colocação entende-se que a metodologia a ser seguida é algo que também deve ser norteada por regras ou dispositivos reconhecidos pela sociedade que tragam a garantia de bons resultados ao final, aderentes às melhores práticas técnicas e de conduta ética e profissional. A sequência de trabalho, as diretrizes principais, seus limites de atuação são elementos indispensáveis para sua caracterização e definição antes de começar o trabalho. A definição do nível e a especialidade das equipes e participantes, das técnicas e expertises mínimas, assim como do nível de treinamento de segurança para o trabalho, é de mesma forma

essencial. O trabalho ligado à inspeção exige por vezes o uso de recursos e técnicas multidisciplinares, não somente da engenharia elétrica. Profissionais de administração, modelagem de processos, segurança do trabalho são usuais nessa etapa.

Documentação do trabalho – Todo o processo deve ser descrito de modo formal e documentado, com as devidas aceitações das partes antes de seu início. O seu entendimento deve ser garantido e a forma escrita é a mais comum para efeito de registros e aceitações. Dessa maneira todo trabalho, equipamentos, participantes, condições e exceções são nessa documentação registradas e mantidas do início ao término do trabalho. O controle de versões e administração desses documentos segue obrigatoriamente as melhores práticas administrativas afins.

Ferramentas de trabalho – Não há uma grande variedade de ferramentas para a inspeção em si, mas a tecnologia da informação em constante evolução e mudança permite que estas sejam aperfeiçoadas e otimizadas, dando até a impressão de existirem novas ferramentas. Lembrando que ferramenta é meio e não fim e que a ferramenta só pode ser manuseada por aqueles que nela são treinados. Ferramentas de inspeção copiadas de caso para caso, instalação para instalação, provavelmente trarão distorções e possíveis erros graves de avaliação de conformidade e pré-julgamentos ou omissões não condizentes com as responsabilidades profissionais dos envolvidos.

Resultados desse trabalho – Longe de ser um “está bom” ou “não está bom”, o resultado da inspeção se traduz em um relatório técnico de conformidade que, contra o padrão estabelecido por esta norma em estudo, dirá o estado de conformidade de sua construção. Classificações de gravidade dessas não conformidades encontradas justificarão de forma inequívoca a sua regularização.

É verificado que, na NR 10, aditivos como RTI – Relatório Técnico de Inspeções¹ e Plano de Ações Corretivas² são necessários e sucedem essa inspeção.

Nossa classificação – A inspeção prevista nas instalações pode ser classificada como de forma direta e indireta. Na direta podemos dizer que há o contato e a intervenção no equipamento e seus terminais e dispositivos, e, na indireta, há verificação visual, mas sem a intervenção e contato mencionados. A inspeção visual deve preceder os ensaios e testes funcionais e deve ser sempre realizada com a instalação desenergizada.

No item 7.2.1, a norma prevê que a inspeção visual deve ser realizada para confirmar se os componentes elétricos permanentemente conectados estão em conformidade com os requisitos de segurança das normas aplicáveis; se estão corretamente selecionados e instalados de acordo com o projeto da instalação; se não estão danificados comprometendo a sua segurança; e se estão dentro das melhores práticas e isentos de vícios ocultos como estarem desimpedidos de restos de materiais, ferramentas ou outros

objetos que venham a comprometer seu isolamento.

Como são classificados os pontos a serem avaliados:

- Medidas de proteção contra choques elétricos, incluindo medição de distâncias relativas à proteção por barreiras ou invólucros, por obstáculos ou pela colocação fora de alcance. Nesse item apontado pela norma, nota-se que a inspeção se preocupa em ratificar as distâncias previstas mínimas no projeto elétrico e com isso a garantia formal de um registro dessa condição de segurança. Não é incomum soluções de projetos distintos, de hidráulica, ar-condicionado e de outras instalações convergirem ou interagirem por projetos e desenhos diferentes sem as devidas análises prévias espaciais, causando inadvertidamente uma proximidade indesejada e com isso o risco de toque ou possível diminuição das distâncias de segurança.
- Presença de barreiras contra fogo e outras precauções contra propagação de incêndio e proteção contra efeitos térmicos. As soluções adotadas em projeto de equipamentos e seus meios isolantes devem prever esse tipo de proteção para garantias de segurança dos operadores e dos equipamentos, mas muitas vezes soluções de campo, mesmo que passando por acertos de “as built” para desenhos de projeto, podem passar despercebidas em alguns detalhes, em que uma inspeção local e previamente programada com estudos preliminares de riscos pode ajudar a detectar essas omissões.
- Seleção de condutores, de acordo com sua capacidade de condução de corrente e queda de tensão. Nesse ponto, a norma requer que a inspeção se preocupe com a verificação da solução dada em projeto, mas para garantias de uso dos condutores corretos do ponto de vista de especificação e aquisição de materiais do que propriamente dos seus cálculos. As especificações de marcas ou de características desses componentes em particular merecem aqui esse destaque. Isolamentos e outras características de condutores podem ser alterados em nível de campo e montagem por conta de falta de materiais adequados ou mesmo por condições econômicas momentânea, sem a percepção dos responsáveis pelo “as built” que se deparam com um estudo mais afeta às condições físicas estruturais do que pela condição de similaridade de elementos como esse citado.
- Escolha e ajuste dos dispositivos de proteção e monitoração. Da mesma forma que o item anterior, temos aqui uma preocupação com os elementos de proteção do sistema elétrico e dos equipamentos de interrupção de carga e chaveamento. Os ajustes, por meio de cartas e ajustes, devem ser verificados, uma vez que inadvertidamente eles podem ser trocados na sua fase de execução. A grande quantidade de equipamentos de proteção

¹ Resultado final de uma inspeção de conformidade, embora não seja o único, é o primeiro e mais importante. Nele é encontrada a condição real das instalações em uma determinada data e nele também é encontrado o nível de documentação existente dos equipamentos, procedimentos e ações que tragam a informação do nível de não conformidades.

² Programa de trabalho ou do conjunto de ações corretivas que, de forma individual ou coletiva, trarão o acerto e a volta à conformidade dos itens apontados no documento anterior. Esse plano também é montado dentro de técnicas específicas e seus profissionais apóiam a conclusão. Para a sua realização é previsto uso de melhores práticas de gestão de projetos, ferramentas adequadas de apoio e dimensionamento de equipes de trabalho simultâneos.

que pode ser encontrado em uma instalação elétrica de média e alta tensão, a forma de como eles são ajustados e seu processo de ajuste pode trazer erros nos ajustes. Mais que conferir os ajustes propostos em projeto, essa inspeção se preocupa em verificar se o ajuste correto está aplicado ao equipamento de proteção indicado. A inversão de ajustes entre equipamentos similares e de mesmo fabricante e modelo não pode ser considerada descartada de possibilidade de ocorrência e, com isso, esse item é extremamente pertinente no nosso caso. Já foram encontrados casos em que a proteção não atuou causando diversos problemas em sistemas elétricos e de acidentes com vítimas por conta de inversão de ajustes entre equipamentos similares, e configurações de sistemas automatizados de desligamentos e comandos de religação com o advento das automações nos sistemas de proteção e comando.

- Presença de dispositivos de seccionamento e comandos, corretamente localizados e conveniente acessibilidade para operação e manutenção. A instalação de dispositivos que requerem manobra por operadores para seu fechamento e abertura por diversas vezes esbarra na condição de uma modelagem 3D que não é comum em projetos mais simples e na interferência de diversos outros sistemas que coabitam eventualmente as instalações elétricas. Isso já foi citado anteriormente em outra condição. Essa condição não é totalmente incomum e às vezes encontramos, ao final de uma montagem, condições

operativas de equipamentos que trazem desconforto ou risco aos profissionais que atuarão nessas instalações.

- Seleção dos componentes e das medidas de proteção de acordo com as influências externas. Após a montagem, mesmo que fiel ao projeto executivo original, ainda que passando pelo crivo do “as built”, é possível

identificarmos condições de agressão aos equipamentos por elementos novos e sob condições não inicialmente previstas pelos envolvidos na “fase de projeto”. Dessa forma, espaços e aberturas, condições de novos elementos de poluição ou de acesos a pequenos animais ou outros elementos classificados nessa norma podem ser identificados e, com isso, apoiar alterações de projeto ou revisões para as garantias de segurança necessárias aos envolvidos e equipamentos.

- Identificação dos condutores neutro e de proteção. Não é raro encontrarmos falta de identificação desses elementos, talvez mais em baixa tensão do que em media tensão, mas medidas devem ser tomadas para que a equipe de inspeção não negligencie esse ponto. Por vezes, os condutores de proteção são dispostos sem isolamento elétrico, ou seja, em cordoalhas “nuas”, mas, em certos casos, os elementos condutores de proteção podem estar dotados de capa e, com isso, permitir confusões na etapa de vida “operacional” das instalações. Essa verificação permitirá a identificação de vícios ocultos de montagem que poderiam negligenciar essa identificação clara e precisa.

- Presença de esquemas, avisos e outras informações similares. Há itens claros e obrigatórios já comentados anteriormente nessa norma sobre a necessidade de existência dentro das instalações, em arquivos de fácil acesso e/ou outros meios digitais de esquemas, desenhos e outras informações essenciais para apoio aos profissionais responsáveis pela manutenção da vida dessas instalações e dos processos de operação de seu dia a dia. Nesse caso, esse item de verificação prevê que a checagem desses elementos seja feita para garantir seu cumprimento. A NR 10, já diversas vezes citadas aqui, declara e obriga esse atendimento dando a ele um valor alto de responsabilidade, que se traduz em uma classificação alta na escala de infrações “1 a 4” (I = 3 ou I = 4) em diversas vezes durante sua redação. É muito frequente a inobservância desse item nas instalações elétricas em operação e não devidamente cuidadas no mercado pelos seus responsáveis legais. A verificação desse item garante que os documentos e esquemas sejam preservados desde o nascimento da instalação e sua permanência e disponibilidade garantidas. Diversos acidentes são causados ou induzidos por essa falha.

- Identificação dos circuitos, dispositivos fusíveis, disjuntores, seccionadoras, terminais, transformadores, etc. O projeto prevê a identificação de cada equipamento com números específicos para os trabalhos a serem realizados nas instalações elétricas garantindo a sua individualidade e localização. Por diversas vezes, os projetos que não são devidamente analisados, os “vícios de projeto”, se

descuidam dessa anotação. A inspeção de campo deve prever a verificação da existência dessa identificação e de sua adequação eventual às melhores práticas de operação e de manobras. Todos os equipamentos que podem ser acessados devem merecer essa atenção e fazer parte de uma lista de verificação.

As “listas de verificação” são as ferramentas mais comuns nesse caso e peça fundamental na atividade de inspeções elétricas, por isso, na montagem desse elemento, é necessário que os profissionais eletricitistas sejam consultados e deem o apoio para sua construção. O conhecimento do conteúdo da norma é essencial para essa tarefa, em particular, esse capítulo.

Como comentado em todos os artigos, proponho uma abordagem isolada e integrada e sempre aplicada a casos práticos para a garantia da continuidade das discussões no fórum estabelecido após o início do lançamento de cada periódico. A leitura dos artigos deverá ser complementada pelo fórum e nunca se esgotar como a “verdade” absoluta e inequívoca.

**MARCUS POSSI é engenheiro eletricitista e diretor da Echos C&D. Possui cerca de 20 anos de experiência na construção e gerenciamento de obras de subestações e usinas em média e alta tensão no Rio de Janeiro. É secretário da norma ABNT NBR 14039 – Instalações de Média Tensão de 1KV até 36,2 kV.*

Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o
e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br