

## Capítulo XXV

### Requisitos para oficinas de serviços de reparo, revisão, recuperação e modificação de equipamentos elétricos, de instrumentação e mecânicos para instalação em atmosferas explosivas

#### Recomendações da ABNT NBR IEC 60079-19 e generalidades sobre os serviços de reparos de equipamentos

Por Roberval Bulgarelli\*

Este e os próximos artigos apresentam os requisitos técnicos, de gestão e de competências pessoais requeridos para a realização de serviços de reparos, revisão, recuperação e modificação de equipamentos elétricos, de instrumentação e mecânicos “Ex”, de acordo com a norma ABNT NBR IEC 60079-19. Este artigo apresenta também os requisitos de conhecimentos, habilidades e competências para os executantes e as pessoas responsáveis envolvidas com a realização desses tipos de serviços, bem como os requisitos do sistema IECEx para a certificação de oficinas de serviços reparos de equipamentos “Ex”.

Quando equipamentos elétricos, eletrônicos ou mecânicos são instalados em áreas classificadas onde concentrações e quantidades perigosas de gases, vapores ou névoas inflamáveis ou poeiras combustíveis podem estar presentes na atmosfera, medidas de proteção devem ser aplicadas nestes equipamentos de forma a reduzir a possibilidade de explosão, devido à ignição por arcos, centelhas ou superfícies quentes produzidas, tanto em operação normal ou sob condições de falhas especificadas.

Do ponto de vista de segurança das instalações industriais que apresentam áreas classificadas contendo atmosferas explosivas, não basta que tais equipamentos elétricos, eletrônicos, digitais, de automação, instrumentação, de telecomunicações ou mecânicos “Ex” tenham sido adequadamente fabricados, certificados, selecionados, especificados, instalados e regularmente inspecionados para garantir os elevados níveis de conformidade requeridos pelas plantas industriais “Ex”.

A certificação compulsória da conformidade de

equipamentos “Ex” é um requisito legal existente no Brasil desde 1991, estabelecido em portarias do Inmetro contendo os Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) de equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, nas condições de gases e vapores inflamáveis e poeiras combustíveis. Este processo de certificação de equipamentos “Ex” atualmente já se apresenta bastante refinado ao longo do tempo, fruto de um processo de amadurecimento e aprendizado por parte de fabricantes, laboratórios de ensaios, organismos de certificação de produtos e usuários.

Pode ser verificado que, enquanto a fabricação de novos equipamentos “Ex” seja geralmente um processo bem controlado e submetido a sistemas de certificação e a regulamentos legais, os níveis requeridos para os necessários serviços de reparos de equipamentos “Ex” não são processos tão bem controlados.

Podem ser verificadas, de forma frequente, as deficiências relacionadas a falhas nos sistemas de gestão, falhas técnicas, falta de competências pessoais dos envolvidos e de controle de qualidade dos serviços realizados por oficinas de reparos de equipamentos “Ex”, o que compromete os níveis de segurança de toda a cadeia de atividades e, conseqüentemente, das instalações industriais contendo atmosferas explosivas e das pessoas que nelas trabalham.

Pode ser constatado, na verdade, que de pouco adianta que os equipamentos “Ex” tenham sido devidamente fabricados e certificados, se as oficinas de reparos não atendam aos requisitos normativos sobre procedimentos de trabalho, sistema de gestão da qualidade, rastreabilidade, documentação, qualificações

e competências das pessoas envolvidas nos serviços reparo, revisão, recuperação e modificação destes equipamentos.

Dessa maneira, cada vez mais se torna evidente que somente a existência de um programa de avaliação de conformidade para a certificação de equipamentos “Ex” não é suficiente para garantir os elevados níveis de segurança requeridos nas instalações industriais de setores, como petróleo, gás, petroquímica, química, alcooleira e de alimentos.

Assim sendo, é essencial que, além de equipamentos certificados, existam também oficinas de serviços de reparos devidamente certificadas, bem como profissionais capacitados e competentes na execução e supervisão dos serviços de reparos, revisão, recuperação e modificações de equipamentos “Ex”.

A existência de outros programas de certificação elaborados pelo IECEx (*IEC System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres*), além da certificação de equipamentos “Ex”, tais como de oficinas de serviços de reparos e de competências pessoais “Ex”, servem para preencher uma grande “lacuna” existente no processo de certificação “Ex”. Estes processos complementares são necessários para o aperfeiçoamento do processo de elevação dos níveis de segurança industriais em áreas classificadas, requeridos, por exemplo, por empresas das áreas de petróleo, petroquímica, química, álcool, farmacêutico, de alimentos, grãos e postos de combustíveis.

Como em uma corrente, em que a resistência do conjunto é determinada pelo seu elo mais fraco, a segurança de instalações elétricas, de instrumentação ou mecânicas em atmosferas explosivas depende também da correta realização dos serviços de reparos dos equipamentos certificados instalados, dos quais depende também a devida competência dos executantes e pessoas responsáveis pela liberação dos equipamentos “Ex” reparados.

O risco existente, nestes casos, reside no fato de que a execução de serviços “tradicionais” de reparos de equipamentos “Ex”, baseados somente na aplicação de “boas práticas de engenharia”, não fornece as garantias necessárias de que as características de proteção “Ex” existentes nos equipamentos certificados tenham sido devidamente mantidas durante e após a realização dos serviços de reparo executados.

A execução de reparos em equipamentos “Ex” por oficinas de serviços sem as devidas qualificações, sem o atendimento aos requisitos da ABNT NBR IEC 60079-19, pode fazer com que sejam totalmente perdidas as funções de proteção destes equipamentos certificados, o que pode colocar em risco uma grande parte das instalações “Ex” e das pessoas que trabalham em tais locais.

Em função das atividades de execução de serviços de reparos em equipamentos “Ex” estarem diretamente relacionadas à segurança das pessoas que trabalham em áreas industriais contendo atmosferas explosivas, este assunto extrapola o âmbito normativo da ABNT,

necessitando ser tratado também em um nível superior, do ponto de vista legal.

De forma a garantir os elevados níveis de segurança requeridos pelas instalações industriais contendo atmosferas explosivas e das pessoas envolvidas com áreas classificadas, a Portaria Inmetro 179, publicada em 18/05/2010, contendo o RAC (Requisitos de Avaliação da Conformidade) sobre equipamentos para atmosferas explosivas de gases inflamáveis e poeiras combustíveis, estabeleceu um prazo de 36 meses, contados a partir de sua publicação, para que os serviços de reparos de equipamentos “Ex” sejam realizados de acordo com os requisitos indicados na norma ABNT NBR IEC 60079-19.

### **Requisitos técnicos, de gestão e de competências pessoais indicados na ABNT NBR IEC 60079-19**

A primeira edição da norma internacional IEC 60079-19 – *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 19: Repair and overhaul for apparatus used in explosive atmospheres (other than mines or explosives)* foi publicada em 1993, o que demonstra que a preocupação com os serviços de reparos de equipamentos para atmosferas explosivas é motivo de esforços de normalização a tempos, por parte de toda a comunidade internacional que participa do TC-31 da IEC.

O Brasil participa nos processos de revisão, atualização e aprovação desta norma, incluindo a apresentação de sugestões e comentários para a melhoria de seus requisitos, com base nas experiências, conhecimentos, lições aprendidas e boas práticas aplicadas pelas oficinas de reparos, fabricantes e usuários brasileiros de equipamentos “Ex”.

A ABNT NBR IEC 60079-19 – Atmosferas explosivas – Parte 19: Reparo, revisão e recuperação de equipamentos foi elaborada pela Comissão de Estudo CE 03:31.01 do Subcomitê SC-31 do Cobei (atmosferas explosivas), sendo uma norma equivalente em conteúdo técnico, estrutura e redação, em relação à respectiva norma internacional IEC 60079-19, elaborada pelo TC-31 da IEC.

Esta norma contém requisitos normativos e informativos sobre os seguintes tópicos:

#### *Prefácio nacional*

#### *Introdução*

- 1 *Escopo*
- 2 *Referências normativas*
- 3 *Termos e definições*
- 4 *Generalidades*
  - 4.1 *Princípios gerais*
  - 4.2 *Requisitos legais*
  - 4.3 *Instruções para o usuário*
  - 4.4 *Instruções para o reparador*
- 5 *Requisitos adicionais para o reparo e revisão de equipamentos com o tipo de proteção “d” (Invólucros à prova de explosão)*
- 6 *Requisitos adicionais para o reparo e revisão de equipamentos com tipo de proteção “i” (Segurança intrínseca)*

7 *Requisitos adicionais para reparo e revisão de equipamentos com tipo de proteção “p” (Invólucros pressurizados)*

8 *Requisitos adicionais para reparo e revisão de equipamentos com tipo de proteção “e” (Segurança aumentada)*

9 *Requisitos adicionais para reparo e revisão de equipamentos com o tipo de proteção “n” (Não acendível)*

10 *Requisitos adicionais para reparo e revisão de equipamentos cobertos pela ABNT NBR IEC 60079-26 (Equipamentos com EPL Ga)*

11 *Requisitos adicionais para reparo e revisão de equipamentos com tipo de proteção “t” – Proteção por invólucro para poeiras combustíveis*

12 *Requisitos adicionais para reparo e revisão de equipamentos com tipo de proteção por pressurização “pD” para poeiras combustíveis*  
 Anexo A (normativo) - Identificação por meio de marcação de equipamentos reparados

Anexo B (normativo) - Conhecimento, habilidades e competências de “Pessoas Responsáveis” e “Executantes”

Anexo C (normativo) - Requisitos para as medições em equipamentos à prova de explosão durante revisão, reparo e recuperação (incluindo instruções sobre tolerâncias)

A aplicação dos requisitos técnicos, de gestão de qualidade e de competências pessoais indicados nesta norma é um requisito básico por parte de todos os reparadores e oficinas de serviços de reparo, de forma que os equipamentos “Ex” reparados apresentam os mesmos requisitos de segurança e de tipos de proteção indicados em seus certificados de conformidade.

### **Generalidades sobre os serviços de reparos de equipamentos “Ex”**

A natureza e as características de proteção contra explosão provida por cada um dos diversos tipos de proteção “Ex” variam de acordo com suas características construtivas específicas, as quais são indicadas nas respectivas normas técnicas para os tipos de proteção Ex (“d”, “e”, “i”, “n”, “p”, “t”, etc.).

A norma ABNT NBR IEC 60079-19 contém requisitos gerais para os serviços de reparo e revisão de equipamento “Ex”, sendo recomendado que seja lida e aplicada em conjunto com outras normas aplicáveis da série ABNT NBR IEC 60079 que tratam dos requisitos detalhados dos tipos específicos de proteção “Ex”, tais como Parte 1 (Ex “d”), Parte 2 (Ex “p”), Parte 7 (Ex “e”), Parte 11 (Ex “i”), Parte 15 (Ex “n”) e Parte 31 (Ex “t”).

Nos casos em que a proteção de um equipamento incorpore mais de um tipo de proteção “Ex”, recomenda-se que consultas e aplicações sejam feitas a todas as seções aplicáveis das respectivas normas.

A norma ABNT NBR IEC 60079-19 fornece não somente orientações sobre os meios práticos para garantir a segurança e os requisitos de proteção e desempenho dos equipamentos “Ex” reparados, como também define os procedimentos para manter, após o reparo, revisão ou recuperação, a conformidade do equipamento com os requisitos do certificado de conformidade, ou então com os requisitos das normas dos

tipos de proteção “Ex” apropriadas, quando a documentação de certificação não for disponível.

A norma NBR IEC 60079-19 indica também os requisitos de competências pessoais para os executantes e para as pessoas responsáveis envolvidas na realização dos serviços de reparo, revisão e recuperação dos equipamentos “Ex”.

Enquanto fabricantes recomendam que alguns tipos de equipamentos “Ex” sejam enviados de volta a eles para a realização dos serviços requeridos de reparos ou recuperação, existem também oficinas de serviços de reparos independentes e competentes que possuem todos os recursos materiais e humanos necessários para a realização dos serviços em equipamentos “Ex”, empregando alguns ou todos os tipos de proteção cobertos pelas normas da série ABNT NBR IEC 60079.

Para que os equipamentos “Ex” reparados mantenham a integridade dos tipos de proteção aplicados no seu projeto e construção, é normalmente requerido o conhecimento do projeto original do fabricante, a ser obtido a partir de desenhos de projeto e de fabricação, bem como da sua documentação de certificação.

Quando o equipamento “Ex” não é enviado para o fabricante original para reparo ou recuperação, é necessário que os serviços sejam realizados por oficinas de reparo recomendadas pelo fabricante original ou devidamente certificadas, de acordo com os requisitos normativos da ABNT, IEC e Documentos Operacionais (OD) do IECEx (IEC System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres).

### **Requisitos gerais para os usuários e para as oficinas de reparos, sobre atividades de reparos, revisão, recuperação e modificação de equipamentos “Ex”**

#### **Requisitos legais para os reparadores**

Os reparadores devem estar cientes sobre os requisitos específicos na legislação nacional que possam ser aplicáveis às atividades do reparo ou da revisão de equipamentos “Ex”.

Em muitos países ao redor do mundo é requerido que os reparadores ou as oficinas de serviços de reparos de equipamentos “Ex” emitam documentos do tipo auto-declaração ou que possuam certificação do tipo voluntária, que evidenciem e assegurem para os seus clientes que os serviços são realizados de acordo com os requisitos indicados na IEC 60079-19.

#### **Requisitos legais para os usuários de equipamentos “Ex”**

Os usuários dos equipamentos e instalações “Ex” devem estar cientes de toda a legislação aplicável para estas atividades de reparos, caso estes desejem realizar, por si mesmo, os necessários serviços de reparo ou revisão de seus equipamentos “Ex”.

Além disso, é necessário que os usuários estejam cientes de que não há mudanças nas responsabilidades, sob os aspectos legais de segurança e da saúde, nos casos dos serviços de reparos, revisão, recuperação e modificação de equipamentos “Ex” sejam realizados

por uma terceira parte ou oficina de serviços de reparos contratada para a execução destas atividades.

### **Instruções para o usuário relacionadas a atividades de serviços de reparos:**

#### **Documentos de certificação dos equipamentos “Ex” no processo de compra**

Recomenda-se que as documentações de projeto do equipamento, de certificação e de outros documentos referenciados no certificado sejam obtidas dos fabricantes, como parte do contrato de compra original dos equipamentos “Ex”.

#### **Registros e instruções de trabalho**

Toda a documentação disponível aplicável aos serviços de reparos, tais como manuais de operação, montagem e manutenção, deve ser obtida do fabricante como parte do contrato de compra original do equipamento.

Todos os registros de quaisquer reparos, revisões ou modificações anteriores devem ser mantidos pelo usuário e ser disponibilizados para o reparador para a execução dos serviços posteriores de reparos.

É de interesse dos usuários que os reparadores estejam informados, sempre que possível, das falhas ocorridas nos equipamentos e/ou a natureza dos serviços necessários a serem realizados.

Devem ser especificados para os reparadores os requisitos especiais estipulados pelas especificações dos usuários, que sejam adicionais aos requisitos indicados nas normas técnicas, como a necessidade de elevação do grau de proteção do equipamento.

Os usuários devem informar aos reparadores sobre representar ou não um requisito contratual, a necessidade do equipamento “Ex” ser submetido à avaliação, por parte de um Organismo de Certificação de Produto (OCP), após a execução dos serviços de reparos.

### **Instruções para o reparador sobre a execução de serviços de reparos e revisão**

Os reparadores devem possuir um sistema de gestão da qualidade que atenda aos requisitos da ABNT NBR ISO 9001. Este requisito não exige, a rigor, que a oficina de serviços de reparo possua uma certificação ISO 9000 de terceira parte. No entanto, é altamente recomendado que a oficina de serviços de reparo tente obter esta certificação como forma de facilitar a implantação da cultura da gestão da qualidade em seus processos, a fim de atender os requisitos indicados no Documento Operacional OD 014 do IECEx.

O reparador deve nomear pessoas (‘pessoas responsáveis’) com a competência requerida dentro da organização de gestão para assumir a responsabilidade e a autoridade para assegurar que os equipamentos revisados/reparados estejam de acordo com o estado de certificação, acordado contratualmente com os usuários.

As pessoas responsáveis nomeadas devem possuir plenos conhecimentos dos requisitos das normas do tipo de proteção “Ex”

aplicadas, bem como a compreensão dos requisitos indicados na norma ABNT NBR IEC 60079-19.

Os reparadores devem possuir recursos adequados de reparo e revisão, equipamentos apropriados, bem como o pessoal devidamente treinado, qualificado e com as competências requeridas para realizar as atividades para os quais estes são responsáveis, levando em consideração o tipo de proteção “Ex” específico aplicável ao equipamento a ser reparado.

Os reparadores devem realizar uma avaliação da situação do equipamento a ser reparado e concordar com a situação de certificação esperada pelo usuário do equipamento após o reparo e o escopo do serviço a ser realizado. Recomenda-se que esta avaliação inclua a necessidade ou não da realização de quaisquer ensaios mencionados na NBR IEC 60079-19, que o usuário possa razoavelmente assumir que sejam ou não realizados.

A avaliação dos serviços e das especificações do usuário deve ser documentada e deve conter as seções aplicáveis da norma do equipamento apropriado e a norma NBR IEC 60079-19, e ser incluídas no relatório do serviço ao usuário. Tal avaliação deve ser realizada pela “pessoa responsável” (confirmada por executantes apropriados).

As “pessoas responsáveis” devem somente conduzir avaliações com os tipos de proteção “Ex” que estas tenham demonstrado as suas competências.

O reparador deve também possuir procedimentos e sistemas que prevejam a realização dos serviços de reparos e recuperações

em locais externos às suas instalações, onde necessário, como nas instalações do usuário dos equipamentos “Ex”, em refinarias de petróleo, em plantas petroquímicas e em plataformas marítimas (serviços em instalações “offshore”).

Todos os cuidados e esforços dos reparadores devem ser direcionados para a necessidade de estes possuírem todas as informações requeridas para a realização dos serviços necessários, bem como para o fato de estes serviços estarem em conformidade com os documentos dos fabricantes, com as normas técnicas aplicáveis aos tipos de proteção “Ex”, aos requisitos da norma ABNT NBR IEC 60079-19 e aos requisitos de certificação aplicáveis aos equipamentos a serem reparados ou revisados.

### ***Competências pessoais para serviços de reparos***

Os reparadores de equipamentos “Ex” devem assegurar que aqueles executantes diretamente envolvidos com os serviços de reparo e/ou revisão do equipamento certificado sejam treinados, experientes, com habilidades e conhecimentos e/ou supervisionados neste tipo de trabalho.

As avaliações de treinamentos e das competências requeridas são especificadas na ABNT NBR IEC 60079-19 e no documento operacional OD 015 do IECEx.

Os treinamentos, os cursos de reciclagem e as avaliações apropriadas devem ser realizados periodicamente, em intervalos que dependem da frequência de utilização das técnicas de reparos “Ex”

ou da habilidade dos executantes e das alterações dos requisitos nas novas edições das normas técnicas da ABNT ou dos regulamentos e dos requisitos sobre equipamentos e serviços “Ex” publicados pelo Inmetro. Recomenda-se que o intervalo entre cursos de reciclagem e avaliações não exceda três anos.

#### **Realização de ensaios após os serviços de reparos em equipamentos “Ex”**

Caso seja mostrada a impraticabilidade de se realizar alguns tipos de ensaios, como em um componente reparado de um equipamento “Ex” completo, retirado do local da instalação para reparo (tal como ensaios no rotor de um motor de grande porte), o reparador deve, antes de colocar o equipamento reparado de volta em serviço, verificar com o usuário ou com o fabricante do equipamento, as consequências da não realização de tais ensaios, ou da necessidade de realização de ensaios alternativos no equipamento completo.

#### **Requisitos de documentação para a realização dos serviços de reparos**

É recomendado que os reparadores procurem obter todas as informações/dados do fabricante ou usuário para os serviços de reparo e/ou revisão do equipamento. Isso pode incluir a obtenção de informações referentes a reparos, revisões ou modificações que tenham sido realizadas anteriormente.

Os reparadores também devem ter disponíveis e devem consultar as normas aplicáveis dos tipos de proteção “Ex” que foram utilizados para o projeto e fabricação do equipamento a ser reparado.

É recomendado que os dados disponíveis para o reparo e/ou revisão incluam:

- Especificações técnicas;
- Desenhos dimensionais e de montagem;
- Desempenho de tipos de proteção “Ex” e condições especiais de utilização;
- Instruções de desmontagem e montagem;
- Limitações do certificado (condições especiais para utilização segura), quando especificado;
- Marcação de dados de placa, incluindo marcação de certificação “Ex”;
- Métodos recomendados pelo fabricante de reparo/revisão do equipamento;
- Lista de peças sobressalentes.

Os reparadores devem estar atentos ao fato de que algumas dessas informações estão normalmente sujeitas a atualizações, revisões e emendas, incluindo aquelas relativas à documentação de certificação de conformidade.

Deve ser ressaltado que não é uma prática razoável presumir que as informações adequadas são, ou possam ser, tão amplamente divulgadas, de forma que estas estejam sempre disponíveis onde e quando forem necessárias. Podem ser indicadas como fontes adequadas para estas informações os usuários, os fabricantes e os

organismo de certificação de produtos.

Deve ser também ressaltado que, conforme requerido da norma ABNT NBR IEC 60079-0 (Atmosferas explosivas – Parte 0: Equipamentos – Requisitos gerais), os fabricantes são solicitados, como requisito normativo, a fornecer instruções para os usuários, inclusive sobre os serviços de montagem, inspeção, manutenção e reparos.

Os reparadores devem manter, em seu sistema de gestão de documentação técnica, versões controladas de todas as normas técnicas da série ABNT NBR IEC sobre os tipos de proteção “Ex”, com relação às quais os equipamentos reparados/revisados são requisitados a estarem em conformidade após os serviços de reparos.

#### **Requisitos de elaboração e emissão de relatórios dos serviços de reparos para os usuários**

Na conclusão dos trabalhos, devem ser elaborados, aprovados e enviados para o usuário os relatórios de serviços. Estes relatórios devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Detalhes das falhas detectadas no equipamento recebido;
- Detalhes completos dos serviços de reparo e revisões realizadas no equipamento;
- Lista das partes e peças substituídas ou recuperadas;
- Resultados de todas as verificações e ensaios (em detalhes suficientes para serem úteis para o próximo reparador);
- Resumo do histórico anterior do equipamento reparado;
- Cópia do pedido de serviço ou do contrato com o usuário.

Os relatórios dos serviços de reparos/revisões devem ser mantidos pelo reparador por um período mínimo de dez anos, ou conforme acordado com o usuário. É recomendado que estes relatórios sejam elaborados e armazenados em meio eletrônico, de forma que permaneçam disponíveis virtualmente “para sempre”.

A manutenção da informação deve ser adequadamente controlada, de forma a assegurar a correta recuperação.

#### **Registros a serem elaborados e mantidos pelos reparadores**

Os seguintes registros devem ser elaborados e/ou mantidos pelos reparadores de equipamentos “Ex”:

- Cópias das normas técnicas aplicáveis dos tipos de proteção “Ex” da série ABNT NBR IEC, nas edições atuais e anteriores;
- Certificação do sistema de qualidade da oficina de serviços de reparos, incluindo:
  - Detalhes do sistema de avaliação da qualidade dos fornecedores e subfornecedores de equipamentos e serviços do reparador;
  - Ensaios de calibração de instrumentos de medição e testes;
  - Registros de competências e treinamentos do pessoal;
  - Sistema de controle de compras;
  - Sistema de reclamações dos usuários;
  - Documentação de auditoria interna e, quando apropriada, externa;

- Análise crítica;
  - Procedimentos de controle de processo;
  - Registro dos desenhos de fabricantes.
- Registros dos serviços executados, incluindo:
- Os passos realizados para obter os documentos de certificação e de fabricação;
  - Registros das inspeções mecânicas para determinar a conformidade com os requisitos indicados nas normas aplicáveis;
  - Identificação de defeitos;
  - Registros de ensaios elétricos antes e após os reparos, incluindo a rastreabilidade de instrumentos utilizados e critérios de aceitação e de rejeição;
  - Certificados de conformidade para os componentes sobressalentes;
  - Procedimentos de recuperação de componentes reparados;
  - Registro das inspeções mecânicas durante montagem e após a conclusão dos serviços;
  - Registro dos serviços subcontratados pelo reparador.

Os registros dos procedimentos de recuperação dos componentes reparados devem conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Justificativas detalhadas dos trabalhos realizados;
- As várias opções consideradas (por exemplo, soldagem e metalização);

- Parâmetros técnicos, como resistência de junção de camadas metálicas ou de soldagem;
- As razões para a seleção das técnicas de reparo escolhidas;
- Materiais consumíveis utilizados e métodos de armazenamento;
- Material-base;
- Instruções consideradas dos fabricantes;
- Procedimentos técnicos de serviços de reparos utilizados;
- Identificação e competência dos executantes;
- Procedimentos de inspeção utilizados, por exemplo, ultrassom, líquidos penetrantes, dimensional, raios X, método por pontos;
- Detalhes de manutenção e calibração dos sistemas automáticos de serviços de reparos.

---

*\* ROBERVAL BULGARELLI é engenheiro eletricista, mestre em Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, consultor técnico e engenheiro sênior da Petrobras. É membro da subcomissão de Normalização Técnica da Petrobras, na área de eletricidade; coordenador do subcomitê SC 31 – Atmosferas explosivas, do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Iluminação e Telecomunicações (Cobei); delegado da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), representando o Brasil no Technical Committee TC 31 – Equipment for Explosive Atmospheres da International Electrotechnical Commission (IEC).*

**CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO**

Confira todos os artigos deste fascículo em [www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)  
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail [redacao@atitudeeditorial.com.br](mailto:redacao@atitudeeditorial.com.br)