

Capítulo XXI

Requisitos para as atividades de inspeção e manutenção de instalações elétricas e de instrumentação em atmosferas explosivas – exemplos, recomendações e conclusões

Por Roberval Bulgarelli*

Exemplos de resultados de inspeções de equipamentos e instalações “Ex”

De forma a melhor ilustrar algumas das frequentes não conformidades encontradas na instalação de equipamentos “Ex” certificados, serão apresentados, a seguir, alguns exemplos envolvendo casos de instalações incorretas de equipamentos para atmosferas explosivas. Dentre as falhas de montagem mais frequentes que podem ser observadas, podemos destacar as seguintes, que invalidam o tipo de proteção “Ex” e colocam as instalações em risco:

- Falta de parafusos de fixação nos flanges das tampas de invólucros à prova de explosão;
- Falta de unidades seladoras nas entradas de eletrodutos em invólucros à prova de explosão;
- Unidades seladoras instaladas com distância excessiva em relação ao invólucro à prova de explosão;
- Existência de acessórios de eletrodutos não certificados instalados entre as unidades seladoras e os invólucros à prova de explosão (uniões do tipo macho/fêmea e niples Ex “d”);
- Unidades seladoras sem material de selagem em seu interior (vazias);
- Instalação de eletrodutos flexíveis entre o invólucro à prova de explosão e a unidade seladora, aumentando indevidamente o volume de gases submetidos a uma eventual explosão no interior do invólucro;
- Falta de elementos de fechamento (bujões) nas entradas de eletrodutos não utilizadas em invólucros à prova de explosão;
- Instalação de juntas de cortiça, borracha ou silicone nas juntas planas dos invólucros à prova de

explosão, na tentativa de evitar a entrada de água para o interior do invólucro, pela junta metal/metal;

- Invólucros de motores, painéis, luminárias, caixas de junção, tomadas e caixas de passagem com falhas nas suas vedações contra ingresso de água e poeira, invalidando o grau de proteção (IP) requerido;
- Falhas na instalação de cabos em prensa-cabos, com diâmetro do cabo inferior ao requerido no projeto, invalidando a proteção do dispositivo de entrada de cabo;
- Instalação de prensa-cabos não certificados em entradas de cabos em invólucros Ex “d”;
- Instalação de prensa-cabos Ex “d” com tipo não adequado para o volume interno do invólucro ou para o grupo do equipamento (IIC);
- Instalação de equipamentos não adequados para o grupo ou a classe de temperatura indicados pelos estudos de classificação de área.

Na realidade, pode ser observado que muitas das não conformidades encontradas em campo estão também diretamente relacionadas com a falta de treinamentos, conhecimentos, capacitações e de competências pessoais dos profissionais envolvidos na execução e na supervisão das atividades de montagem, inspeção e manutenção de equipamentos e instalações “Ex”.

Em muitos casos, as pessoas envolvidas nas atividades de montagem e manutenção dos equipamentos “Ex” não possuem os devidos conhecimentos de classificação de área do local da instalação, dos requisitos de instalação indicados pelos fabricantes dos equipamentos e das características de proteção que estão envolvidas nos diversos tipos de proteção de equipamentos “Ex”.

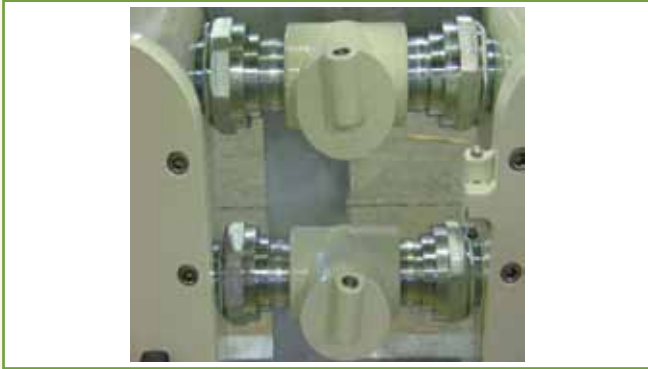


Figura 1 - Exemplo de falha de montagem de unidade seladora à prova de explosão com certificação “Ex”: ausência de colocação da massa “compound” para selagem dos cabos.



Figura 3 - Exemplo de falha de montagem de unidade seladora à prova de explosão com certificação “Ex”: ausência de colocação da massa seladora em seu interior, após conclusão de instalação de um “skid” importado.



Figura 2 - Exemplo de falha de montagem de motor de indução trifásico com certificação “Ex”: ausência de fechamento de entrada de cabos na caixa de ligação de força.



Figura 4 - Exemplo de falha de montagem de prensa-cabo com certificação “Ex”: utilização indevida de material de “selagem”.



Figura 5 - Exemplo de falha de montagem de entrada de cabos em um invólucro com grau de proteção IP 55: falta de prensa-cabo e utilização indevida de material de vedação.



Figura 6 - Exemplo de falha de montagem de caixa de ligação com certificação "Ex": erros nas entradas de cabos e no fechamento da tampa.



Figura 7 - Exemplo de falha de montagem e de manutenção de luminária fixa com certificação "Ex": falta de fixação a suportes, falta de prensa-cabo e de vedação na entrada de cabos e componentes quebrados.



Figura 8 - Exemplo de falha de montagem de invólucro à prova de explosão, com certificação "Ex": parafusos de fixação de tampa flangeada e hastes de acionamentos quebrados.



Figura 9 - Exemplo de falha de montagem de invólucro à prova de explosão, com certificação "Ex": falta de parafusos de fixação de tampa flangeada.

Recomendações e boas práticas na etapa de projeto para redução de não conformidades nas etapas de montagem, manutenção e reparos das instalações "Ex"

Com base nestes frequentes casos de falhas de instalação e de não conformidades de montagem de equipamentos elétricos e de instrumentação "Ex", é importante ressaltar que muitos destes problemas podem e devem ser solucionados ou minimizados nas etapas iniciais de definição de critérios de projeto, detalhamento de projeto das instalações e de especificação técnica dos equipamentos "Ex".

É reconhecido que determinadas tecnologias de invólucros metálicos Ex "d" (com juntas planas) e de equipamentos tipos de entradas diretas de cabos (tais como prensa-cabos e unidades seladoras) apresentam elevado nível de dificuldades de montagem e de manutenção.

Estes tipos de experiência têm como base o longo histórico de instalações "Ex" existentes no Brasil, nas áreas petroquímicas e de petróleo, as quais foram fortemente influenciadas pelas tecnologias norte-americanas disponíveis na década de 1950, baseadas em invólucros metálicos à prova de explosão com juntas flangeadas. Esta tecnologia, que atualmente já se encontra em declínio, influenciou fortemente as empresas projetistas e, conseqüentemente, os fabricantes mais tradicionais de equipamentos "Ex" no Brasil.

Com o desenvolvimento da tecnologia aplicada aos tipos de proteção "Ex", outros tipos de proteção e formas construtivas de equipamentos trouxeram uma maior simplicidade para os equipamentos "Ex", tornando-os mais simples, seguros, leves e com menores níveis de dificuldades para montagem, manutenção e reparos. Podem ser citados como exemplos, os dispositivos encapsulados em resina, com invólucros plásticos, com proteção combinada à prova de explosão e segurança aumentada. São também exemplos de tecnologias mais recentes, que facilitam os serviços dos usuários, os equipamentos com entradas indiretas de cabos, com segurança intrínseca e com invólucros pressurizados.

A Figura 10 apresenta um exemplo de instalação "Ex" contendo painéis à prova de explosão, compostos por invólucros metálicos com juntas planas, em que pode ser observada a necessidade de instalação e manutenção de grande quantidade de parafusos de fixação das tampas flangeadas e de instalação de grande quantidade de unidades seladoras de eletrodutos.



Figura 10 - Exemplo de montagem de painéis de força e comando com invólucros metálicos à prova de explosão com juntas planas e entradas diretas de cabos. Desvantagens: necessidade de grande quantidade de parafusos de fixação das tampas nos flanges e de unidades seladoras nas entradas de eletrodutos. Fonte: Petrobras/RPBC.

Com base nos resultados e experiências adquiridas ao longo das últimas décadas, os projetos de novas instalações “Ex” devem possuir como critérios básicos de projeto, tanto de instrumentação como de eletricidade, a especificação de tipos de proteção que facilitem os serviços de montagem e sejam menos propensos à introdução de não conformidades em função de falhas humanas, tais como Ex “i”, Ex “e”, Ex “de”, Ex “n”, Ex “p” e Ex “m”.

Dessa forma, projetistas, técnicos e engenheiros das áreas de eletricidade e de instrumentação necessitam conhecer e serem experientes nos problemas encontrados nos serviços de montagem e de manutenção de campo, de forma a especificarem equipamentos com tipos de proteção e formas construtivas adequadas.

Nessa etapa de projeto, deve também ser evitada a especificação de equipamentos que dificultam as atividades de instalação e as subsequentes atividades periódicas de inspeção, manutenção e reparos. Com isso, deve ser evitada a especificação de equipamentos que possuam invólucros metálicos à prova de explosão com flanges, juntas planas, entradas diretas e grande quantidade de parafusos de fixação das tampas.

De forma a facilitar os serviços de montagem, inspeção, manutenção e reparos, sempre que possível, devem ser especificados equipamentos com tipos de proteção Ex “n”, Ex “m”, Ex “p”, Ex “e” ou Ex “de”, que dispensam a necessidade de instalação de unidades seladoras, prensa-cabos Ex “d” e de grande quantidade de parafusos para fixação de tampas flangeadas.

Ainda nas fases de projeto e de especificação técnica dos equipamentos elétricos e de instrumentação “Ex”, para os casos em que seja inevitável a especificação de invólucros metálicos à prova de explosão, deve ser dada preferência, sempre que aplicável, para equipamentos com tampas roscadas e com entradas indiretas de cabos para o interior do invólucro Ex “d”.

São apresentados nas Figuras 11 a 14 exemplos de boas práticas de especificação de equipamentos que apresentam um menor nível de dificuldade de montagem, inspeção e manutenção.



Figura 11 - Exemplo de montagem de painel de força e comando com invólucros metálicos com juntas roscadas e entradas indiretas de cabos. Vantagens: dispensa a necessidade de grande quantidade de parafusos de fixação das tampas e de unidades seladoras nas entradas de eletrodutos. Entradas indiretas por meio de buchas de passagem Ex “d” seladas de fábrica e de bornes terminais Ex “e” externos ao invólucro à prova de explosão.



Figura 12 - Exemplo de montagem de painéis de força e comando com invólucros plásticos e componentes encapsulados de fábrica com proteção combinada Ex “de”. Vantagens: dispensa a necessidade de invólucros metálicos, de grande quantidade de parafusos de fixação das tampas, de unidades seladoras nas entradas de eletrodutos ou de prensa-cabos Ex “d” nos dispositivos de entrada de cabos. Fonte: Petrobras/RPBC



Figura 13 - Exemplo de montagem de painel de distribuição de circuitos força (440 V trifásico) com invólucros plásticos e componentes encapsulados de fábrica com proteção combinada Ex “de” Gb. Vantagens: dispensa a necessidade de invólucros metálicos, de unidades seladoras nas entradas de eletrodutos ou de prensa-cabos Ex “d” nos dispositivos de entrada de cabos. Fonte: Petrobras.



Figura 14 - Exemplo de montagem de painel de comando com invólucros metálicos com entrada indireta de cabos. Vantagens: dispensa a necessidade de unidades seladoras nas entradas de eletrodutos ou de prensa-cabos junto à entrada dos cabos. Entradas indiretas por meio de buchas de passagem Ex “d” seladas de fábrica e de bornes terminais Ex “e” externos ao invólucro à prova de explosão.

No caso de projetos de instrumentação, sempre que possível, deve ser dada preferência à especificação de circuitos intrinsecamente seguros, que dispensam a necessidade de invólucros à prova de explosão. Estes sistemas de instrumentação Ex “i”, de forma a não ficarem dependentes de

um sistema de terra efetivo, devem ser baseados em isoladores galvânicos, cujos circuitos são flutuantes em relação à terra.



Figura 15 - Exemplo de montagem de sistemas intrinsecamente seguros com isoladores galvânicos [Ex “i”] instalados no campo, em áreas classificadas. Vantagens: dispensa a utilização de instrumentos com invólucros à prova de explosão, prensa-cabos e unidades seladoras Ex “d”. Fonte: Petrobras/RPBC

Outra boa prática recomendada na etapa de projeto é a especificação de painéis pressurizados, com tipo de proteção Ex “pz”, Ex “px” ou Ex “py”, ao invés de painéis com invólucros metálicos Ex “d” com juntas planas.



Figura 16 - Exemplo de montagem de painéis de controle de instrumentação com invólucros pressurizados do tipo Ex "pz" Gc. Vantagens: dispensa a necessidade de instalação de invólucros metálicos à prova de explosão. Fonte: Petrobras/RPBC

Conclusões sobre os requisitos de inspeções em instalações "Ex"

É cada vez mais evidente que somente a existência de um programa de avaliação da conformidade para a certificação de equipamentos "Ex" não é suficiente para garantir os elevados níveis de segurança requeridos nestas instalações industriais com atmosferas explosivas de gases inflamáveis e poeiras combustíveis.

Pode ser verificado, na verdade, que de pouco adianta os equipamentos "Ex" serem devidamente fabricados, ensaiados e certificados se as pessoas não possuem os devidos conhecimentos, treinamentos, qualificações e competências para a execução das atividades de projeto, seleção, especificação técnica, parecer técnico, instalação, montagem, inspeção e reparos desses equipamentos e instalações "Ex".

Os elevados níveis de não conformidade que são constantemente verificados nas inspeções realizadas nestes tipos de instalações demonstram a falta de treinamentos, conhecimentos, qualificação e competências dos empregados e empresas prestadoras de serviços de instalação, inspeção e manutenção de instalações elétricas, de instrumentação e mecânicas em áreas classificadas.

Para se assegurar que os equipamentos "Ex" continuem apresentando os requisitos de proteção e segurança para os quais foram fabricados e certificados, há a necessidade de que haja um sistema de inspeções periódicas e de manutenção, ao longo de todo o tempo em que estes equipamentos permanecerem instalados, ou seja, aos longos dos anos ou décadas de operação das plantas industriais.

As atividades de inspeção e manutenção de equipamentos e instalações "Ex" podem ser consideradas como uma das mais importantes ações no sentido de se atingir os níveis requeridos de segurança dessas instalações. Essas atividades

podem ser consideradas como o "coração" de todo um processo de gestão de pessoas em instalações envolvendo atmosferas explosivas.

A norma ABNT NBR IEC 60079-17 pode ser considerada, do ponto de vista dos usuários de instalações "Ex" contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, como uma das normas mais importantes da série ABNT NBR IEC 60079. É com base nos requisitos e nas listas de verificação indicados nessa norma que devem ser estabelecidos os programas de inspeções periódicas nas instalações "Ex", de forma que as características construtivas dos equipamentos sejam mantidas ao longo do tempo.

A metodologia de inspeção de instalações "Ex" baseada no risco contribui para uma melhor alocação da equipe e dos recursos de manutenção e inspeção, priorizando as atividades de inspeção e manutenção nos equipamentos que apresentam um maior risco de ignição.

Segundo esta nova metodologia e abordagem de inspeção "Ex", baseada nos requisitos de amostragem indicados na norma ISO 2859-1, devem ser priorizadas as atividades de inspeção de equipamentos que apresentem maior risco de ignição, como motores Ex "d" instalados em áreas do tipo Zona 1 ou 21, ou instrumentos com o tipo de proteção Ex "ia", instalados em Zona 0 ou 20, em vez de considerar a inspeção, em um mesmo nível de prioridade, de centenas de caixas de junção de circuitos de instrumentação, instaladas em áreas do tipo Zona 2 ou 22.

A sistemática da inspeção baseada no risco é fruto da utilização da metodologia indicada na norma ISO 2859-1 (Sampling procedures for inspection by attributes: Sampling schemes indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for lot-by-lot inspection), devidamente adaptada para ser aplicada nas inspeções de instalações e equipamentos "Ex", de acordo com os requisitos indicados na atual edição da NBR IEC 60079-17.

Ao contrário do curto período de tempo das atividades iniciais de projeto e de montagem, as atividades de inspeção e manutenção são atividades rotineiras, que são aplicadas não em meses, mas em anos ou décadas, ao longo do tempo de operação das plantas industriais. Durante esse longo período de tempo, os equipamentos "Ex" permanecem expostos a atmosferas explosivas e às condições de risco de ignição.

Dessa forma, pode ser verificada a importância da necessidade de aplicação dos requisitos de inspeção, manutenção e reparos de equipamentos "Ex", no sentido de garantir a segurança das pessoas e das instalações envolvidas.

Referências

(Para os capítulos XVII ao XXI)

- ABNT NBR IEC 60079-10-1: Atmosferas explosivas – Parte 10-1:

Classificação de áreas – Atmosferas explosivas de gás;

- IEC 60079-10-2: Explosive Atmospheres – Part 10-2: Classification of areas - Combustible dust atmospheres;
- ABNT NBR IEC 60079-14: Atmosferas explosivas – Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas;
- ABNT NBR IEC 60079-17: Atmosferas explosivas – Parte 17: Inspeção e manutenção de instalações elétricas;
- ABNT NBR IEC 60079-19: Atmosferas explosivas – Parte 19: Reparo, revisão e recuperação de equipamentos utilizados em atmosferas explosivas;
- ABNT NBR IEC 60079-25: Atmosferas explosivas – Parte 25: Sistemas elétricos intrinsecamente seguros;
- IEC Ex System – IEC System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres;
- IEC Ex System – Operational Document IECEx OD 501 – Assessment procedures for IECEx acceptance of Certification Bodies (ExCBs) for the purpose of issuing and maintaining IECEx Certificates of Personnel Competencies (CoPCs);
- IEC Ex System – Operational Document IECEx OD 502 – Application for an IECEx Certificate of Personnel Competencies (CoPC), documentation and information requirements);
- IEC Ex System – Operational Document IECEx OD 503 - ExCB Procedures for issuing and maintaining IECEx Certificates of Personnel Competencies;
- IEC Ex System – Operational Document IECEx OD 504 – Specification for Units of Competency Assessment Outcomes;
- ISO 2859-1 – Sampling procedures for inspection by attributes: Sampling schemes indexed by Acceptance Quality Limit (AQL) for lot-by-lot inspection;
- Guidelines for managing inspection of “Ex” electrical equipment ignition risk in support of IEC 60079-17, Energy Institute, 2008.

* **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

Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br