

Capítulo XIX

Requisitos para as atividades de inspeção e manutenção de instalações elétricas e de instrumentação em atmosferas explosivas – Gerenciamento, orientações e recomendações de inspeções

Por Roberval Bulgarelli*

Requisitos para inspeções “Ex” baseadas em risco

Generalidades

A inspeção de equipamentos “Ex” é crítica para assegurar a continuidade da integridade dos tipos de proteção que os tornam adequados para utilização ou instalação em atmosferas explosivas de gases inflamáveis e poeiras combustíveis.

No entanto, tais atividades de inspeção, em função de falhas na priorização dos recursos humanos ou materiais, não são adequadamente realizadas, tanto no que diz respeito à frequência necessária, quanto ao grau de inspeção necessário ou à totalidade do inventário dos equipamentos “Ex” instalados.

Estas falhas são frequentemente verificadas durante a aplicação dos requisitos da ABNT NBR IEC 60079-17, com relação às inspeções apuradas, normalmente realizadas a cada três anos nos equipamentos “Ex”, em instalações da indústria do petróleo e em indústrias químicas, petroquímicas, farmacêuticas, de álcool, grãos, de alimentos e de tecelagem.

Adicionalmente, as inspeções de equipamentos “Ex” são frequentemente realizadas no mesmo nível de inspeção (frequência de inspeções, grau de inspeção, etc.) sem levar em consideração os diferentes riscos de ignição que podem estar presentes, devidos às diferenças existentes entre os equipamentos e os tipos de classificação de áreas de cada local de instalação. Além disso, existe uma falta de detalhes na edição atual da ABNT NBR IEC 60079-17 com relação às inspeções de amostragem, particularmente no que diz respeito às inspeções detalhadas.

As orientações aqui apresentadas para o gerenciamento de inspeções de equipamentos “Ex” com risco de ignição, em complemento aos requisitos da ABNT NBR IEC 60079-17, fornecem recomendações para esta atividade em equipamentos “Ex” localizados em atmosferas explosivas. Ela é feita por meio do mapeamento da estrutura do sistema de gerenciamento de segurança, que pode ser aplicado durante todo o ciclo de vida de uma instalação industrial.

Elas são baseadas na adoção dos princípios da inspeção baseada no risco (RBI, do inglês *Risk-Based Inspection*), especificamente aplicados com foco nos requisitos das atividades de inspeção de instalações “Ex”.

Esta metodologia alternativa de gestão de risco tem como um dos principais objetivos fazer os equipamentos “Ex” que apresentam riscos mais elevados de ignição serem inspecionados com um nível de inspeção mais rigoroso (por exemplo, maior frequência de inspeção), quando comparados com equipamentos com menor risco de ignição, os quais podem ser inspecionados com um nível de inspeção menos rigoroso.

Por exemplo, a grande quantidade de caixas de junção de circuitos de instrumentação, existentes nas plantas industriais, podem não requerer serem 100% inspecionadas durante as inspeções periódicas a cada três anos, conforme requerido na NBR IEC 60079-17, em função de serem equipamentos simples, sem partes móveis, com circuitos com baixo nível de corrente elétrica e que não requerem cuidados especiais de manutenção.

No entanto, instrumentos com tipo de proteção Ex “ia” instalados em áreas do tipo Zona 0 ou Zona 20, que são locais que requerem a instalação de equipamentos

“Ex” com EPL Ga ou Da, ou motores com invólucros Ex “d” instalados em áreas classificadas do tipo Zona 1 ou Zona 21, que são locais que requerem equipamentos “Ex” com EPL Gb ou Db, podem exigir uma maior frequência de inspeção, menor do que três anos, de forma a manter o devido controle sobre suas críticas condições de conformidade, a fim de garantir os níveis requeridos de segurança das plantas.

Este tipo de abordagem resulta em uma otimização de recursos humanos e materiais em atividades de inspeções mais eficientes, focadas, equilibradas e efetivas.

Outros critérios podem ser utilizados para ajustar a estratégia de inspeções “Ex” baseadas em risco, como o tempo de instalação dos equipamentos, a severidade das influências externas do meio ambiente e a quantidade de defeitos ou falhas encontradas em inspeções anteriores, obtidas a partir de relatórios existentes.

As orientações e recomendações sobre inspeções “Ex” aqui apresentadas levam em consideração a aplicação dos conceitos de inspeção baseada no risco pela implantação de uma metodologia de amostragem de inspeção, que, por sua vez, utiliza os princípios de riscos de segurança tão baixos quanto possíveis na prática (ALARP, do inglês *As Low As Reasonably Practicable*).

A metodologia da amostragem de inspeção baseada no risco é resultante da interligação dos requisitos indicados na norma ISO 2859-1 (*Sampling procedures for inspection by attributes: Sampling schemes indexed by Acceptance Quality Limit – AQL – for lot-by-lot inspection*) e na norma ABNT NBR IEC 60079-17. Ela leva em

consideração um sistema de auditoria que é baseado na metodologia de amostragem geral estabelecida na norma ISO supracitada e atende aos requisitos atuais de inspeção indicados na ABNT NBR IEC 60079-17.

Essa metodologia é baseada no risco e se destina à aplicação em inspeções detalhadas de instalações “Ex”, como definido na ABNT NBR IEC 60079-17. Entretanto, esta metodologia pode ser aplicada de forma similar a inspeções apuradas, quando forem disponíveis relatórios de inspeções anteriores e cadastros completos dos equipamentos. A metodologia é aplicável também a amostragem aleatória de grupos de equipamentos “Ex”, de acordo com o seu nível de risco de ignição.

A aplicação da metodologia de amostragem de inspeção de instalações “Ex” baseadas no risco tem por finalidade:

- Assegurar a continuidade da integridade da segurança dos tipos de proteção;
- Permitir a conformidade com a legislação e normalização aplicável;
- Reduzir a possibilidade de introdução de defeitos de manutenção por erros humanos, devido à inspeção intrusiva nos equipamentos;
- Identificar deficiências, tais como corrosão, vibração, projeto inadequado, etc.;
- Melhor desempenho dos equipamentos com o transcorrer do tempo;
- Ser economicamente benéfica, quando comparada com os requisitos adicionais sobre o gerenciamento do processo de inspeção.

A aplicação de inspeções baseadas no risco apresenta a vantagem de uma utilização e alocação mais eficiente dos recursos físicos e materiais da manutenção.

Estratégia de amostragem para inspeção em instalações “Ex”

A estratégia de amostragem para inspeção em instalações “Ex” é baseada nas seguintes normas internacionais:

- ISO 2859-1: apresenta uma normalização sobre amostragem reconhecida internacionalmente para requisitos para inspeção em geral para a indústria de fabricação de produtos. Esta norma, por si só, não é adequada para ser diretamente aplicada para a inspeção de instalações “Ex”;
- ABNT NBR IEC 60079-17: apresenta orientações sobre os seguintes tipos de inspeção para instalações “Ex”: inspeção inicial (comissionamento), inspeção periódica (visual e apurada), inspeção detalhada e supervisão contínua. Esta norma refere-se à amostragem em instalações “Ex”, entretanto, ainda não apresenta orientações específicas sobre os requisitos para uma estratégia de amostragem.

Estas orientações sobre inspeções baseadas no risco utilizam uma metodologia para aplicação de sistemas de amostragem definidos na ISO 2859-1 (a qual, desse modo, fornece um procedimento de auditoria para uma metodologia de amostragem estabelecida), juntamente com os requisitos das inspeções de equipamentos e instalações elétricas em atmosferas explosivas, definidas na ABNT NBR IEC 60079-17. Dessa forma, estas orientações fornecem um elo para interligação dos requisitos destas duas normas internacionais, a ISO e a IEC.

De forma a atingir este objetivo, nos requisitos indicados a seguir para gerenciamento, metodologia de amostragem e de equipamentos para atmosferas explosivas podemos acrescentar os critérios e conceitos considerados na ISO 2859-1, bem como o desenvolvimento de uma metodologia de amostragem de equipamentos elétricos “Ex” baseada no conceito de inspeção baseada no risco (RBI, do inglês *Risk Based Inspection*).

Requisitos de gerenciamento da planta para a implantação de inspeções baseadas no risco:

- Possuir um sistema de gerenciamento de segurança com elevados requisitos de auditoria e de acompanhamento (verificação do andamento e do tratamento das não conformidades encontradas) e com uma abordagem sistemática;
- Possuir um sistema completo de cadastro de equipamentos e de relatórios;
- Estabelecer diretrizes gerenciais para o desenvolvimento de uma estratégia de inspeção baseada no risco (RBI).

Requisitos da metodologia de amostragem dos equipamentos “Ex”:

- Definir grupos de risco de equipamentos e de tamanho de amostragem;
- Definir o grau da inspeção;
- Definir a frequência da inspeção;
- Definir os critérios de aceitação e de rejeição, incluindo os limites baseados no princípio do risco tão baixo como razoavelmente viável (ALARP, do inglês *As Low As Reasonably Practicable*), isto é, um efeito de transição abrupta do tipo “pico” ou “precipício”, em relação à seleção dos níveis de aceitação de segurança (ASL, do inglês *Acceptance Safety Level*);
- Definir as regras para um equipamento “Ex” defeituoso quando o requisito de rejeição for excedido.

Requisitos para avaliação e categorização dos equipamentos “Ex”:

- Avaliar a probabilidade de uma atmosfera explosiva estar presente de acordo com os estudos de classificação de áreas (Zonas 0, 1 e 2 e áreas não classificadas);
- Avaliar a probabilidade de uma fonte de ignição estar presente devido a uma falha do equipamento “Ex”;
- Avaliar o risco de ignição devido à presença simultânea de uma atmosfera explosiva e de uma fonte potencial de ignição;
- Avaliar o efeito da severidade do meio ambiente na deterioração dos equipamentos “Ex”;
- Avaliar os efeitos do tempo de instalação no envelhecimento dos equipamentos “Ex”.

Aplicação da estratégia de inspeção baseada no risco

As estratégias atuais das inspeções “Ex” indicadas na norma ABNT NBR IEC 60079-17 tendem a inspecionar visualmente uma porcentagem completa (100%) do total do inventário dos equipamentos “Ex” por ano, os quais, dependendo do porte das instalações, podem chegar, por exemplo, a quantidades tão elevadas como 50 mil equipamentos, o que irá requerer grandes recursos humanos e materiais.

Entretanto, pode ser compreendido que nem todos os equipamentos “Ex” são expostos ao mesmo potencial de risco em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas (isto é, em Zonas 0, 1, 2, 20, 21, 22 ou áreas não classificadas), estando presente o mesmo risco de ignição sobre os diferentes tipos de proteção “Ex”. Dessa forma, o tipo de abordagem de estratégia de inspeção, atualmente indicada na NBR IEC 60079-17, não destina ou prioriza os recursos físicos ou humanos de inspeção para os equipamentos “Ex” de maior risco.

Uma abordagem por inspeção baseada no risco de equipamentos “Ex” para ser aplicada, de forma a obter os benefícios de inspeções com melhor foco e prioridades, necessita avaliar, de maneira simultânea, os dois fatores seguintes:

- O risco de ocorrência de uma ignição, por meio da consideração e da avaliação da probabilidade de uma atmosfera explosiva estar

presente, como indicado nos estudos de classificação de áreas;

- A probabilidade de ocorrência simultânea de uma fonte de ignição estar presente devido a uma falha ou um defeito de um equipamento “Ex”.

Em seguida, com base nesta abordagem seletiva de inspeção “Ex”, baseada nos riscos existentes, os equipamentos com características similares devem ser separados e categorizados por grupos de equipamentos. Em instalações em que não seja possível a definição de grupos de equipamentos “Ex” com características similares, então, outras condições mais rigorosas para a formação dos grupos devem ser adotadas.

Para a probabilidade de uma atmosfera explosiva estar presente, baseada em sua duração, a seguinte abordagem pode ser utilizada como critérios de classificação de áreas para condições de liberação em “ambiente aberto” sem restrições de ventilação, tais como paredes ou obstruções de circulação de correntes de ar.

- **Zona 0:** locais com a presença de fontes de risco com grau de liberação contínuo, com a probabilidade de presença de atmosfera explosiva, por exemplo, maior que 1.000 h/ano;
- **Zona 1:** locais com a presença de fontes de risco com grau de liberação primário, com a probabilidade de presença de atmosfera explosiva, por exemplo, de 10 a 1.000 h/ano;
- **Zona 2:** locais com a presença de fontes de risco com grau de liberação secundário, com a probabilidade de presença de atmosfera explosiva, por exemplo, de 1 a 10 h/ano.

Uma abordagem similar para a avaliação do risco pode ser aplicada para a determinação da probabilidade de uma fonte de ignição estar presente, baseada nos níveis de correntes nominais dos circuitos dos respectivos sistemas elétricos ou de instrumentação em que os equipamentos “Ex” estão inseridos e instalados:

- **Baixo risco:** circuitos e sistemas intrinsecamente seguros;
- **Médio risco:** circuitos e sistemas de instrumentação;
- **Alto risco:** circuitos e sistemas de alta e de baixa tensão e equipamentos de emergência.

Estes dois requisitos são abordagens qualitativas simples que normalmente são suficientes para a categorização de risco em metodologias de inspeção “Ex” baseadas nestes riscos.

Esta metodologia determina diferentes riscos de ignição a equipamentos “Ex” (baixo, médio e alto risco), baseada no risco de ignição e na probabilidade de uma atmosfera explosiva estar presente (indicada pelo estudo de classificação de área) e pela probabilidade de uma fonte de ignição estar presente (indicada pelo sistema de corrente nominal de sistemas elétricos). Ela categoriza os equipamentos “Ex” em três grupos de risco (baixo, médio e alto risco), dependendo dos fatores e critérios indicados.

Utilização de uma tabela de risco de equipamentos “Ex” em uma estratégia de inspeção baseada no risco (RBI)

A Tabela 1 representa um exemplo de determinação de um ponto de partida adequado para a determinação dos grupos de risco de equipamentos “Ex”, no caso de ausência de registros históricos de inspeções “Ex” apropriados.

O objetivo desta tabela é atribuir os níveis de risco a equipamentos “Ex” instalados ou utilizados nos diferentes tipos de zonas, como parte da abordagem de inspeção baseada no risco, que pode ser utilizada com ou sem a metodologia de inspeção por amostragem. Esta tabela não leva em consideração os resultados da severidade do meio ambiente e do tempo de utilização dos equipamentos, o que pode fazer um equipamento “Ex” passar a ser categorizado em outro nível de risco.

TABELA 1
GRUPO DE RISCO DE EQUIPAMENTOS “Ex” – PONTO DE PARTIDA PARA A DEFINIÇÃO DE GRUPOS DE EQUIPAMENTOS “Ex” BASEADOS NO RISCO DE IGNIÇÃO

Risco de uma fonte de ignição estar presente, em termos de probabilidade (crescente de cima para baixo)			
Equipamentos e circuitos de potência de baixa e de alta tensão e equipamentos de emergência	Equipamentos e circuitos de instrumentação	Equipamentos e circuitos intrinsecamente seguros	Agrupamentos de equipamentos “Ex” baseados no conceito de corrente nominal do sistema elétrico
Baixo	Baixo	Baixo	Possibilidade de operações anormais em áreas não classificadas em instalações terrestres (Nota 6)
Médio (Nota 3)	Baixo	Baixo	Possibilidade de operações anormais em áreas não classificadas em instalações marítimas (Nota 6)
Médio	Baixo	Baixo	Zona 2 / EPL Gc
Alto	Médio	Baixo	Zona 1 / EPL Gb
N.A. (Nota 2)	N.A. (Nota 2)	Baixo (Nota 4)	Zona 0 / EPL Ga
			Probabilidade de uma atmosfera explosiva estar presente no local da instalação

Nota 1 – Esta tabela de grau de risco considera que uma seleção adequada e correta dos tipos de proteção “Ex” tenha sido realizada de acordo com os requisitos dos estudos de classificação de área, durante as etapas de projeto, seleção de tipos de proteção “Ex” e EPL e instalação.

Nota 2 – N. A. (Não aplicável). Tal equipamento “Ex” não é adequado para este tipo de zona. Ver Nota 1.

Nota 3 – Em instalações marítimas, tipicamente as áreas não classificadas contém sistemas ou equipamentos críticos de segurança que são energizados durante as situações de emergência. Consequentemente, os riscos de ignição provenientes dos de circuitos de potência de baixa e de alta tensão para as instalações marítimas são maiores, quando comparados com as instalações terrestres.

Nota 4 – Para áreas classificadas do tipo Zona 0, a utilização de sistemas intrinsecamente seguros do tipo Ex “ia” significa que existe um risco de ignição inerentemente baixo, por definição de projeto, uma vez que estes sistemas não possuem energia suficiente para a produção de uma centelha capaz de causar a ignição de uma atmosfera explosiva. O mesmo acontece de maneira similar com circuitos intrinsecamente seguros alimentados por barreiras do tipo Zener (desde que exista uma conexão ao sistema equipotencial e, nos casos de sistemas de aterramento do tipo TN-S, uma conexão a um sistema de terra com alta integridade e rotineiramente verificado de forma a possuir uma resistência de terra menor que 1 Ω) ou com isoladores galvânicos, por serem considerados de baixo risco.

Nota 5 – Por critério de projeto, sistemas intrinsecamente seguros não possuem um nível de energia capaz de produzir uma centelha que gere uma explosão, enquanto tanto os circuitos de instrumentação não intrinsecamente seguros como os circuitos de potência de baixa e de alta tensão possuem energia suficiente para produzir centelhas capazes de provocar uma ignição.

Nota 6 – Em operações anormais, uma atmosfera explosiva pode estar presente em áreas consideradas como não classificadas em operações normais. Alguns equipamentos elétricos, eletrônicos ou mecânicos podem ser requeridos a operarem em tais operações anormais, nestas condições, necessitando da certificação, como equipamentos “Ex”. Instalações tipicamente marítimas possuem poucos equipamentos em tais áreas não classificadas. No entanto, plataformas marítimas com instalações para acomodação de pessoal de operação e manutenção possuem sistemas de iluminação de emergência que são previstos de operarem incluindo durante a ocorrência de operações anormais.

Aplicando, por exemplo, os conceitos da inspeção baseada em riscos a estes lotes indicados na tabela de grupos de risco, apresentada acima, a frequência de inspeção é modificada. Equipamentos “Ex” com risco de ignição mais elevados são alocados a uma frequência mais elevada de inspeções, em relação aos equipamentos “Ex” com risco de ignição médio ou baixo, pela aplicação de um fator multiplicador menor.

Exemplo de utilização da tabela de risco de equipamentos “Ex” na estratégia de inspeção baseada no risco

Na Tabela 6, indicada a seguir, é mostrado um exemplo de aplicação de inspeção baseada no risco, com ou sem amostragem, para a estratégia do grupo de risco de ignição de equipamentos “Ex”, pela aplicação de fatores multiplicadores para a determinação da frequência das inspeções.

TABELA 6 – FATORES MULTIPLICADORES DA FREQUÊNCIA DE INSPEÇÕES, EM FUNÇÃO DO GRUPO DE RISCO DE EQUIPAMENTOS “EX” COM A APLICAÇÃO DA INSPEÇÃO BASEADA NO RISCO

Grupo de risco de ignição dos equipamentos “Ex” (Nota 1)	Multiplicador da frequência da inspeção
Baixo risco	x 2
Médio risco	x 1
Alto risco	x 0,5

Nota 1 – Grupo de riscos de ignição provenientes da tabela de grupos de risco de equipamentos “Ex”.

Nota 2 – Neste exemplo, a frequência da inspeção é o único nível do critério de inspeção que é alterado.

Nota 3 – Esta abordagem é aplicável se a inspeção por amostragem é parte ou não da estratégia de inspeção baseada no risco (RBI).

Dessa maneira, aplicando-se tal abordagem baseada no risco, a alocação de grupos de equipamentos pode prever a diferenciação de equipamentos “Ex” em diferentes grupos de equipamentos com risco baixo, médio ou alto. Esta abordagem pode fazer os equipamentos “Ex” com riscos de ignição mais elevados serem inspecionados com um nível mais rigoroso de inspeção (maior frequência de inspeção) em relação às inspeções de equipamentos “Ex” com riscos de ignição médio ou baixo (menores frequências de inspeção).

Os grupos de equipamentos “Ex” precisam ter um tamanho apropriado (nem demasiadamente pequenos e nem excessivamente grandes), de forma que a quantidade e os resultados das inspeções sejam facilmente auditáveis.

Nesse tipo de estratégia de inspeção baseada em risco, os equipamentos “Ex” com alto risco necessitam ser inspecionados com um nível de inspeção mais rigoroso, como uma maior frequência de inspeção, ou um grau de inspeção mais elevado, quando comparados com equipamentos “Ex” de baixo risco.

A metodologia por amostragem adota uma amostragem aleatória, de forma a monitorar a efetividade da severidade de diversos fatores que afetam o desempenho e a segurança dos equipamentos “Ex”, tais como meio ambiente, vibração, deficiências de projeto e também para identificar falhas, defeitos ou não conformidades aleatórias.

Esta metodologia contém uma abordagem para a definição dos parâmetros do rigor de inspeção baseada na qualidade dos registros históricos. Os requisitos fundamentais de uma abordagem de gerenciamento de inspeções de equipamentos “Ex” baseado no risco

é a coleção e a análise de relatórios dos equipamentos, baseados em um sistema eletrônico de cadastramento de equipamentos elétricos, de instrumentação e mecânicos e de descrição das não conformidades encontradas.

Registros históricos e relatórios de inspeções anteriores podem ser utilizados para a determinação dos grupos dos equipamentos “Ex”. Porém, para isso, estes relatórios necessitam ser confiáveis e conter informações sobre o grau, a frequência da inspeção e os resultados das inspeções. Além disso, é recomendado que uma avaliação da qualidade dos resultados das inspeções e os registros associados seja feita antes da utilização destes na determinação do rigor da inspeção a ser aplicada (por exemplo, frequência de inspeção, etc.).

Este requisito é mais aplicável para instalações existentes em que seja considerada a adoção de estratégias de inspeção baseadas no risco, em que previamente tenham sido aplicadas outras estratégias de inspeção.

Com base nas consequências das inspeções, as auditorias e os acompanhamentos da implantação das respectivas ações corretivas devem ser realizados com o objetivo de validação da abordagem das inspeções baseadas no risco, de forma a obter o seu aperfeiçoamento, de acordo com os desvios encontrados.

A junção da estratégia de inspeção “Ex” por amostragem que

resulte em um nível adequado de confiança com uma abordagem de inspeção baseada no risco apresenta os benefícios de uma estratégia de inspeção “Ex” focada, balanceada e efetiva.

A aplicação dessa abordagem alternativa de gestão de inspeções “Ex” baseada em risco (risco mais baixo quanto possível) possui também a vantagem de representar a aplicação em um nível de qualidade que pode ser considerado superior àquele atualmente indicado na ABNT NBR IEC 60079-17, na qual todos os equipamentos “Ex” são tratados com o mesmo nível de prioridade, sem levar em consideração os fatores de ponderação de risco envolvidos em cada caso.

** 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