Capítulo XVI

Requisitos de projeto e de montagem de instalações elétricas e de instrumentação "Ex" (orientações, exemplos e documentação)

*Por Roberval Bulgarelli**
Fotos: Petrobras – Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão (RPBC)

Requisitos para a construção e utilização de ambientes ou edificações protegidas por pressurização

São apresentadas a seguir as principais orientações a serem observadas em um projeto de detalhamento de uma edificação ou ambiente a ser protegido por pressurização, estando ele parcial ou totalmente localizado em áreas classificadas.

Podem ser citadas como exemplos de edificações protegidas por pressurização as casas de controle locais das unidades de processo e as subestações unitárias, que, em casos de falta de local disponível em áreas além das extensões de classificação de áreas, são requeridos a serem instalados em áreas classificadas, sendo feitas com medidas especiais de proteção para a implantação.

O ponto de captação de ar para a pressurização dos ambientes deve estar localizado em área segura, ou seja, fora das extensões das áreas classificadas.

Figura 1 – Exemplo de duto de captação de ar para pressurização de ambiente, com o ponto de captação situado em área não classificada.

No interior do ambiente pressurizado, a atmosfera é considerada não explosiva quando, em todos os pontos do ambiente e dos invólucros e dutos associados, a concentração de gases ou vapores inflamáveis está abaixo de 25% do limite inferior de explosividade (LIE). O local desta medição deve ser cuidadosamente determinado no projeto, de forma que seja detectada a maior concentração de gás.

Deve ser levada em conta no projeto de ambientes protegidos por pressurização – que o interior do ambiente seja considerado na falta da pressurização – a classificação de área com base no ambiente de maior risco dentro da qual possua, no mínimo, uma abertura direta para a área classificada.

A pressurização do ambiente, após a purga, permite a utilização de equipamentos elétricos que não seriam, de outra forma, adequadamente protegidos para a classificação da área sem a proteção por pressurização. A classificação da atmosfera interna de um ambiente que seja apenas parcialmente situado em uma área classificada, com todas as aberturas direcionadas para o interior de áreas não classificadas, deve ser considerada como área não classificada.

Uma sobrepressão mínima de 25 Pa (0,25 mbar), ou cerca de 2,5 mm de coluna de água com relação à atmosfera externa, deve ser mantida em todos os pontos do interior do ambiente a serem protegidos por pressurização e de seus dutos associados, considerando que as perdas são possíveis de ocorrer, mesmo nas situações mais favoráveis de todas as portas e janelas existentes no ambiente ou na edificação estarem fechadas.

Convém que os dutos e conexões sejam capazes de suportar 1,5 vez a máxima sobrepressão especificada em serviço normal, com um mínimo de 0,2 kPa, ou

Apoio

uma pressão equivalente a cerca de 20 mm de coluna de água. É conveniente, ainda, que dispositivos de segurança apropriados sejam instalados, caso exista a possibilidade de ocorrência de sobrepressões em serviços capazes de causar deformações perigosas nos dutos ou nas conexões.

Onde houver aberturas de saída, instaladas em áreas classificadas, é recomendável que estas sejam feitas com venezianas ou válvulas de fechamento automático para evitar, tanto quanto possível, o ingresso da atmosfera explosiva externa, em caso de falha da pressurização.

Figura 2 – Sistema de venezianas com fechamento automático para proteção de ambientes protegidos por pressurização.

No evento da falha do sistema de pressurização, devem ser implantadas as providências indicadas a seguir, dependendo da classificação de área externamente ao ambiente protegido por pressurização:

Primeiro caso: Casos menos frequentes em que a atmosfera no interior do ambiente, considerada como não explosiva quando pressurizada, é classificada como Zona 1 na falta de pressurização.

Se qualquer equipamento elétrico instalado no ambiente não for adequado para a classificação da área nesta condição crítica, devem ser implantadas as seguintes providências:

- Alarme visível, audível ou ambos, tanto local como remotamente, por meio do sistema de controle, indicando a falta da pressurização;
- Ação imediata de restabelecimento da pressurização; e
- Interrupção automática das fontes de alimentação tão rapidamente quanto possível, dentro de um período de tempo definido, com relação à necessidade de uma parada programada.

Na determinação de um período de tempo, devem ser levadas em consideração ainda as precauções adotadas para evitar o ingresso de misturas de gases inflamáveis e os prováveis efeitos da difusão, convecção e "respiração" do gás pelo ambiente.

Este período de tempo pode também ser prolongado para facilitar uma parada programada dos equipamentos, no interesse da segurança, mas que seja verificada que a atmosfera imediatamente ao lado externo do ambiente não é explosiva.

Se qualquer equipamento elétrico instalado no ambiente for adequado para Zona 2, devem ser implantadas as seguintes providências:

- Alarme visível, audível ou ambos, indicando localmente e remotamente, por meio do sistema de controle, indicando a falta da pressurização;
- Ação imediata de restabelecimento da pressurização; e
- Desligamento programado das fontes de alimentação se a pressurização não puder ser restabelecida para um período de tempo extenso ou se a concentração de gases inflamáveis estiver elevada a níveis perigosos.

Segundo caso: Caso mais frequente em que a atmosfera no interior do ambiente, considerado como não explosiva quando pressurizado, é classificada como Zona 2 na falta de pressurização.

Se qualquer equipamento elétrico instalado no ambiente não for adequado para a classificação da área, devem ser implantadas as seguintes providências:

- Alarme visível, audível ou ambos, indicando localmente e remotamente, por meio do sistema de controle, a falta da pressurização do ambiente;
- Ação imediata de restabelecimento da pressurização; e
- Desligamento programado das fontes de alimentação, no caso do sistema de pressurização não puder ser restabelecido para um período de tempo extenso ou se a concentração de gases inflamáveis estiver elevada a níveis perigosos.

O sinal de alarme visual ou audível deve estar localizado em um local em que este possa ser imediatamente percebido remotamente pelo pessoal responsável, que executará as ações necessárias. Tanto um dispositivo (preferencialmente do tipo transmissor de sinal) de monitoração da pressão quanto um de monitoração de vazão, ou ambos, devem ser utilizados para a monitoração satisfatória do funcionamento da pressurização.

O intertravamento elétrico baseado somente na monitoração do "status" dos motores de ventiladores não é adequado para indicar uma falha da pressurização. Este tipo de intertravamento, por exemplo, não fornece uma indicação adequada para os eventos de deslizamento das correias dos ventiladores, do desacoplamento do ventilador do eixo ou da rotação reversa do ventilador, situações estas em que o motor continua em operação, mas o sistema de pressurização não opera adequadamente.

Todos os equipamentos elétricos que necessitem ser energizados na falta da pressurização, particularmente aqueles que asseguram a pressurização, iluminação e telecomunicações essenciais, devem ser adequados para utilização na zona tipo 1 ou 2, correspondente ao local da sua instalação.

No caso de estes equipamentos estarem no interior do ambiente, é necessário levar em consideração a zona correspondente à classificação do interior do ambiente em caso de falha no sistema de pressurização. A implantação deste requisito no projeto de ambientes protegidos por pressurização permite que as instalações de iluminação e de telecomunicações essenciais permaneçam em serviço, mesmo no evento de risco em casos de falhas nos sistemas de pressurização.

Em certas circunstâncias frequentemente encontradas nos casos práticos, tal como, por exemplo, a necessidade da manutenção de equipamentos elétricos em operação, deve ser previsto no projeto das instalações. Como, ainda, o fornecimento de duas fontes de gás de proteção, de forma que cada uma possa assumir a função da outra em caso de parada de uma fonte. Cada fonte de suprimento de pressurização deve ser capaz de manter independente a sobrepressão necessária no ambiente a ser protegido.

Figura 3 – Exemplo de montagem de conjunto de filtro de ar, ventilador, acionador elétrico e damper de sistema de pressurização de ambiente e edificação.

Todas as portas do ambiente pressurizado devem ser marcadas no lado externo, pelo seguinte aviso, ou equivalente: "Aviso – Ambiente pressurizado – Mantenha esta porta fechada", e os sistemas de proteção de ambientes e de edificações por pressurização devem atender aos requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-13.

Orientação para procedimento de trabalho seguro em áreas classificadas livres de gases inflamáveis

Em diversas ocasiões de trabalhos de manutenção industrial rotineiros das unidades industriais, deparamos com a necessidade de utilização de equipamentos portáteis ou realização de serviços que envolvem a geração de centelhas em regiões classificadas.

São exemplos destas atividades: a realização de serviços de corte, solda, esmerilhamento, tratamentos térmicos ou a utilização temporária de equipamentos portáteis, tais como instrumentos de medição, computadores e plugues para equipamentos elétricos portáteis ou transportáveis.

Para estas atividades, as respectivas Avaliações de Risco (AR) e Permissões de Trabalho (PT) são normalmente elaboradas, de forma a mitigar os riscos envolvidos nestes frequentes trabalhos cotidianos.

A edição 2009 da norma ABNT NBR IEC 60079-14 contém em seu "Anexo D (informativo) – Orientação para procedimento de trabalho seguro para atmosferas explosivas de gás" as recomendações de segurança sobre assunto.

De acordo com as recomendações da ABNT NBR IEC 60079-14, em caso de necessidade de utilização de equipamentos portáteis industriais comuns ou realização de qualquer trabalho, que envolva a presença ou

a geração de centelhas ou pontos com temperaturas elevadas, próximas da temperatura de auto ignição dos produtos inflamáveis presentes no processo, em áreas classificadas do tipo Zona 2 (onde normalmente não existe a presença de atmosfera explosiva), deve ser elaborada uma AR, incluindo as considerações e precauções sobre medições de acompanhamento da explosividade em regiões livres de gases, durante o período de validade da Permissão de Trabalho.

Nestes casos, um procedimento para verificação de área livre de gás deve ser implantado para permitir que as fontes de ignição possam ser utilizadas com segurança em uma região classificada, sob as condições prescritas neste procedimento.

Uma Permissão de Trabalho em uma área livre de gases explosivos pode ser emitida quando uma região específica tenha sido avaliada para assegurar que gases ou vapores inflamáveis não estão presentes e não é prevista a sua presença, em quantidades que possam apresentar concentrações inflamáveis, durante o período de tempo especificado na PT.

A Permissão de Trabalho deve recomendar uma sistemática de monitoração de gases de forma contínua ou periódica e ações detalhadas, juntamente com planos de contingência, a serem realizados em possíveis eventos de liberação de gases.

De acordo com a ABNT NBR IEC 60079-14, um procedimento para emissão de PT seguro deve ser implantado para permitir que fontes de ignição possam ser utilizadas de forma segura em uma área classificada, sob condições prescritas.

Uma Permissão de Trabalho segura pode ser emitida quando uma região específica tiver sido avaliada para garantir que gases ou vapores inflamáveis não estão presentes e não é prevista a sua presença, em quantidades que possam alcançar concentrações inflamáveis, durante o período de tempo especificado.

A PT pode prescrever monitoração de gás contínua ou periódica e ações detalhadas a serem levadas em consideração no evento de uma liberação.

Considerações para a emissão de uma Permissão de Trabalho seguro podem incluir:

- Especificação da data e horário do início da PT;
- Definição da localização da atividade;
- Especificação da natureza da atividade permitida (por exemplo, gerador a diesel, perfuração);
- Medições realizadas e registros possíveis para confirmar a ausência de uma concentração que possa causar ignição de qualquer gás ou vapor inflamável;
- Especificação dos requisitos e periodicidade de amostragem para confirmar a ausência continuada de gás ou vapor inflamável;
- Controle de possíveis fontes de líquidos ou gases inflamáveis;
- Especificação de planos de contingência para emergências; e
- Especificação de data e horário para expiração da PT.

Exemplos de instalações elétricas e de instrumentação "Ex" de acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-14

São apresentados, da Figura 4 à Figura 15, diversos exemplos ilustrativos de instalações industriais "Ex" com variados tipos de proteção e EPL, de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-14.

Figura 4 – Painel de distribuição de circuitos trifásicos de alimentação de atuadores de válvulas motorizadas, com marcação Ex de IIC T5 EPL Gb, instalado em área que requer equipamentos com EPL Gc.

Figura 5 - Caixas de areia para a entrada de multicabos de instrumentação, provenientes de áreas classificadas, em Casa de Controle Local (área não classificada).

Figura 6 – Caixas de junção do tipo Segurança Aumentada, EPL Gb com prensa-cabos, cabos e multicabos com circuitos intrinsecamente seguros EPL Ga.

Figura 7 – Painel de distribuição de circuitos trifásicos de força para alimentação de sistema de telecomando de válvulas motorizadas, com tipo de proteção combinada à prova de explosão e segurança aumentada. Marcação Ex de IIC T5 EPL Gb, instalado em áreas classificadas do tipo Zona 1 e Zona 2 que requerem EPL Gb e Gc.

Figura 8 – Painel de distribuição de circuitos de iluminação e tomadas com tipo de proteção combinada à prova de explosão e segurança aumentada. Marcação Ex de IIC T5 EPL Gb, instalado em área classificada que requer EPL Gc.

Figura 9 – Unidades seladoras: instaladas o mais próximo possível das entradas de eletroduto do respectivo invólucro Ex "d": objetivo de minimizar o volume de gás acumulado e de instalação de acessórios Ex "d" entre o invólucro e a unidade seladora.

Figura 10 – Luminária do tipo vapor de sódio com lâmpada de 70 W, tipo de proteção Ex "nR" EPL Gc, instalada com sistema de distribuição de cabos por bandejamento em instalações "Ex" do tipo Zona 2.

Figura 11 – Tomadas para máquinas de solda com tipo de proteção por segurança aumentada e à prova de explosão – EPL Gb, instaladas com chaves de proteção e caixas de passagem, por meio de sistema de eletrodutos em áreas "Ex" do tipo Zona 2.

Figura 12 – Analisadores de hidrogênio com tipo de proteção Ex "nA" instalados no interior de um shelter com purga constante, contendo outros analisadores, tipo de proteção py EPL Gb, instalado em área classificada do tipo Zona 2 – Grupo IIC.

Figura 13 – Analisador de hidrogênio instalado no interior de invólucro pressurizado com tipo de proteção Ex pz EPL Gc, localizado no interior de shelter contendo outros analisadores, com tipo de proteção Ex py EPL Gb, instalado em área classificada do tipo Zona 2 – Grupo IIC.

Figura 14 – Sistema de eletrodutos subterrâneos, em fase de construção, para circuitos e sistemas elétricos e de instrumentação instalados em áreas classificadas. Estes eletrodutos interligam, de forma adequada, os equipamentos "Ex" instalados em áreas classificadas, com áreas seguras onde estão instalados painéis do tipo CCM, tais como subestações elétricas e painéis do SDCD/PLC/PES em casas de controle locais.

Figura 15 – Motor de indução trifásico com tensão nominal de 4,16 kV e potência nominal de 300 kW, com tipo de proteção Ex "nA" II T3 EPL Gc, instalado em área classificada do tipo Zona 2. Circuitos de força e controle instalados em sistemas de eletrodutos.

Documentação mínima requerida a ser elaborada para projetos de instalações "Ex"

É necessário assegurar que toda a instalação esteja de acordo com os certificados apropriados, bem como com esta norma e quaisquer outros requisitos específicos para a planta que a instalação for realizada.

Para alcançar este resultado, um prontuário das instalações deve ser preparado para cada uma e deve ser mantido nas dependências da instalação ou arquivado em outro local. No caso de arquivamento em outro local, um documento deve ser mantido nas dependências da instalação, indicando quem são os responsáveis por ele e em que local este documento é mantido, de forma que, quando requerido, cópias possam ser obtidas.

A fim de instalar corretamente ou ampliar uma instalação existente, as seguintes informações, que são adicionais àquelas requeridas para áreas não classificadas, são necessárias:

- Documentos de classificação de área (ver ABNT NBR IEC 60079-10 e IEC 60079-10-2), com plantas mostrando a classificação e a extensão das áreas classificadas, incluindo zonas (e espessuras de camadas máximas de poeira permissíveis, se o risco for devido a poeiras combustíveis);
- Avaliações adicionais das consequências de ignição;
- Instruções para montagem e conexão;
- Documentos para equipamentos elétricos com condições especiais de utilização, tal como para equipamentos com números de certificados que possuam sufixo "X";
- Documentos descritivos para sistemas intrinsecamente seguros;
- Declarações emitidas por fabricante ou pelo pessoal qualificado. Essas declarações são aplicáveis a situações em que são utilizados equipamentos não certificados (outros que não sejam equipamentos simples em circuitos intrinsecamente seguros ou circuitos de energia limitada).
- Informações necessárias para assegurar a correta instalação dos equipamentos fornecidos na forma adequada para as pessoas responsáveis por essa atividade, de acordo com os requisitos de documentação indicados na ABNT NBR IEC 60079-0;
- Informações necessárias para a inspeção, tal como lista e localização dos equipamentos, reservas e demais informações técnicas, de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-17;
- Detalhes de qualquer cálculo aplicável, tais como taxas de purga para instrumentos ou casas de analisadores;
- Se os serviços de reparos necessários forem previstos para serem realizados pelo usuário ou por um reparador, as informações necessárias para o reparo do equipamento elétrico, de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-19;
- Onde aplicável, a classificação de gás ou vapor, em relação ao grupo ou subgrupo dos equipamentos elétricos ou de instrumentação;
- Classe de temperatura ou temperatura de ignição dos gases ou vapores envolvidos; e
- Influências externas e temperatura ambiente.

Para o caso de projetos de instalações "Ex" em áreas classificadas contendo poeiras combustíveis, é adicionalmente requerida a elaboração dos seguintes documentos:

• Documentação referente à adequação dos equipamentos para a área e ambiente para a qual estes são previstos de serem expostos, tais como classes de temperatura, tipo de proteção, grau de proteção IP e resistência a corrosão;
• As características dos materiais combustíveis devem ser registradas, incluindo resistividade elétrica, temperatura de ignição mínima da nuvem de poeira combustível, temperatura de ignição mínima de poeira combustível em camada e a energia de ignição mínima da nuvem combustível;
• Detalhamento de projeto mostrando os tipos e detalhes dos sistemas de fiação;
• Elaboração de memoriais descritivos contendo os critérios de seleção para os sistemas de entradas de cabos para conformidade com os requisitos para o tipo de proteção particular de cada equipamento; e
• Desenhos e padrões referentes à identificação dos circuitos.

Toda a documentação de detalhamento de projetos de instalações elétricas e de instrumentação "Ex" deve fazer parte do prontuário das instalações, de acordo com os requisitos indicados na norma regulamentadora NR 10 do MTE. Este prontuário deve ser mantido disponível para os empregados no local das instalações, tanto na forma de cópias em papel como em meio eletrônico.

Conclusões sobre requisitos de projeto e de montagem de instalações elétricas e de instrumentação "Ex"

A fim de tornar segura uma área industrial que contenha áreas classificadas na forma de gases explosivos ou poeiras combustíveis, a simples aquisição de equipamentos elétricos, eletrônicos ou mecânicos devidamente certificados não é suficiente para atender aos elevados níveis de proteção e segurança requeridos para as instalações e para as pessoas que nelas trabalham.

Além da aquisição de equipamentos "Ex" devidamente certificados, há a necessidade de que estes equipamentos sejam adequadamente instalados, caso contrário a proteção da instalação não pode ser assegurada.

As instalações elétricas, de instrumentação e mecânicas em áreas classificadas necessitam atender requisitos específicos para o projeto, seleção e montagem, de forma a apresentar os elevados níveis necessários de segurança requeridos para estas áreas de risco.

Quando equipamentos elétricos, de instrumentação e mecânicos são destinados a serem instalados em áreas em que as concentrações e quantidades de gases inflamáveis, vapores, névoas ou poeiras possam estar presentes na atmosfera acima de seus Limites Inferiores de Explosividade (LIE), medidas de proteção devem ser aplicadas para reduzir a possibilidade de explosão devido à ignição por arcos, centelhas ou superfícies quentes, produzidas tanto em operação normal ou sob condições de falha especificadas.

Após a conclusão dos serviços de montagem das instalações elétricas e de instrumentação em áreas classificadas, devem ser realizados os serviços de inspeção inicial, de acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-17. Todas as não conformidades eventualmente encontradas na inspeção devem ser corrigidas antes de os sistemas serem definitivamente energizados e antes de a área estar efetivamente classificada, o que ocorre após o início do condicionamento dos equipamentos de processo, com a presença das substâncias inflamáveis.

Deve ser sempre ressaltado que não basta que tais equipamentos elétricos, eletrônicos, digitais, de automação, instrumentação ou telecomunicações para atmosferas explosivas sejam adequadamente fabricados, ensaiados e certificados para assegurar a segurança de uma planta industrial.

Como em uma corrente, em que a resistência do conjunto é determinada pelo seu elo mais fraco, a segurança de instalações elétricas e de instrumentação em atmosferas explosivas depende da correta realização dos serviços de projeto, instalação, inspeção, manutenção e reparos, dos quais depende a devida e necessária competência dos respectivos trabalhadores envolvidos nestas atividades.

O Brasil, como membro do sistema internacional de certificação de conformidade "Ex" – o IECEx System –, está acompanhando, por parte de seus OCPs, Laboratórios de Ensaios e demais entidades e empresas envolvidas com atividades em áreas classificadas, a implantação de sistemas de certificação de produtos, oficinas de reparo e de competências pessoais para atmosferas explosivas, sempre com o acompanhamento, do ponto de vista legal, pela entidade acreditadora brasileira, o Inmetro.

Referências

(Para os capítulos X ao XVI)

• *ABNT NBR IEC 60079-0: Atmosferas explosivas – Parte 0: Equipamentos – Requisitos Gerais*
• *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: Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 19: Reparo, revisão e recuperação de equipamentos utilizados em atmosferas explosivas*
• *ABNT NBR IEC 60079-25: Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 25: Sistemas intrinsecamente seguros*
• *IECEx – IEC System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres. http://www.iecex.com*
• *Explosion Protection Manual, Second Edition, H. Olenik, H. Rentzsch, W. Wettstein, BBC – Brown Boveri Company, 1983*
equipamentos para atmosferas explosivas – Inmetro
• *NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (TEM)*

**** 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