

# Relação entre Áreas Classificadas ou Perigosas e Atmosferas Explosivas em Plataformas de Prospecção de Petróleo

## - Requisitos Gerais -



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Definições

A relação entre áreas classificadas e atmosferas explosivas em plataformas de prospecção de petróleo é de extrema importância para garantir a segurança dos trabalhadores e das instalações.

No contexto de segurança industrial, áreas classificadas ou perigosas referem-se a locais onde a presença de substâncias inflamáveis, combustíveis ou explosivos pode criar riscos significativos. Essas áreas são categorizadas com base na probabilidade de ocorrência e duração de uma atmosfera explosiva.

A compreensão da relação entre áreas classificadas e atmosferas explosivas é fundamental para garantir um ambiente de trabalho seguro em plataformas de prospecção de petróleo. A classificação adequada das áreas, a seleção de equipamentos apropriados e a implementação de medidas de prevenção e segurança são essenciais para mitigar os riscos de acidentes e proteger a vida humana, o meio ambiente e os ativos da indústria de petróleo e gás.

## 1.2 Classificação de Áreas

A classificação de áreas para plataformas de prospecção de petróleo é um processo de identificação e categorização das áreas da plataforma com base no risco de incêndio ou explosão. Essa classificação é importante para garantir a segurança dos trabalhadores e da plataforma, e para orientar as medidas de prevenção e controle de riscos.

No Brasil, a classificação de áreas para plataformas de petróleo é regulamentada pela Norma Regulamentadora 20 (**NR-20**), que estabelece os requisitos mínimos para a segurança e saúde dos trabalhadores em instalações e serviços de petróleo e gás. A **NR-20** divide as áreas de uma plataforma de petróleo em três categorias, conforme o risco de incêndio ou explosão:

- **Categoria I:** Áreas onde existe um risco elevado de incêndio ou explosão.
- **Categoria II:** Áreas onde existe um risco moderado de incêndio ou explosão.
- **Categoria III:** Áreas onde existe um risco baixo de incêndio ou explosão.

A classificação de áreas é feita com base em uma série de fatores, incluindo:

- **A presença de materiais combustíveis ou inflamáveis.**
- **A presença de fontes de ignição.**
- **A ventilação da área.**
- **A facilidade de acesso à área.**

A **NR-20** estabelece requisitos específicos para cada categoria de área. Por exemplo, as áreas de categoria I devem ter um sistema de detecção e combate a incêndios mais robusto do que as áreas de categoria III.

Além da **NR-20**, existem também normas internacionais que estabelecem diretrizes para a classificação de áreas em plataformas de petróleo. Essas normas são:

- **API RP 500:** Standard for Classifying Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities
- **NFPA 70:** National Electrical Code
- **ISO 14964:** Classification of Areas for Electrical Installations in Petroleum and Natural Gas Facilities

Essas normas são utilizadas por empresas de todo o mundo para garantir a segurança em plataformas de petróleo.

### **Exemplos de áreas de diferentes categorias em uma plataforma de prospecção de petróleo**

A seguir, são apresentados alguns exemplos de áreas de diferentes categorias em uma plataforma de prospecção de petróleo:

- **Categoria I:**
  - Tanques de armazenamento de petróleo e gás.
  - Áreas de processamento de petróleo e gás.
  - Áreas de manutenção e reparo de equipamentos.
- **Categoria II:**
  - Áreas de circulação de pessoas e equipamentos.
  - Áreas de escritórios e serviços.
- **Categoria III:**
  - Áreas externas, como a plataforma de perfuração.

### 1.3 Fontes de Ignição

As plataformas de prospecção de petróleo são ambientes complexos, onde a presença de substâncias inflamáveis e explosivas requer extrema cautela. A segurança é uma prioridade absoluta nesses locais, e a identificação e mitigação das fontes de ignição são essenciais para prevenir acidentes graves.

**Fontes de ignição** são qualquer fonte de calor ou energia que pode causar a combustão de um material combustível ou inflamável. Em uma plataforma de prospecção de petróleo, as fontes de ignição podem ser divididas em duas categorias principais:

- **Fontes naturais:** São fontes de calor ou energia que ocorrem naturalmente, como raios, calor do sol e faíscas elétricas.
- **Fontes artificiais:** São fontes de calor ou energia que são criadas pelo homem, como equipamentos elétricos, ferramentas de corte e soldagem, e motores.

As principais fontes de ignição são faíscas elétricas, descargas eletrostáticas, chamas abertas, Ferramentas de corte e soldagem, temperaturas superficiais elevadas e reações químicas exotérmicas.

#### - Elétricas:

As fontes de ignição elétricas são uma preocupação significativa em plataformas de petróleo. Curtos-circuitos, falhas de isolamento, equipamentos elétricos não intrinsecamente seguros e faíscas elétricas podem desencadear incêndios e explosões. É essencial seguir os requisitos e padrões de segurança elétrica, como os estabelecidos pelo NEC, para garantir a instalação adequada e a manutenção de equipamentos elétricos.

#### - Mecânicas:

Fontes de ignição mecânicas podem resultar de fricção, impacto, atrito ou faíscas geradas por equipamentos rotativos, ferramentas mecânicas, sistemas de ventilação, soldagem ou corte a quente. A manutenção adequada, a lubrificação adequada, o uso de materiais resistentes a faíscas e o controle de fontes de calor são medidas preventivas que podem reduzir o risco de ignição mecânica.

#### - Chamas Abertas:

Chamas abertas, como chamas de tochas, soldas a gás ou fogo aberto, são outra fonte potencial de ignição. É essencial implementar procedimentos rigorosos de controle de chamas abertas, incluindo

monitoramento adequado, isolamento de áreas de trabalho, utilização de dispositivos de segurança, e treinamento adequado para os trabalhadores.

#### **- Estáticas:**

A eletricidade estática pode se acumular em superfícies e materiais, criando uma fonte de ignição perigosa. A descarga eletrostática podem ser geradas por atividades como transferência de produtos, enchimento de tanques, jateamento de areia e movimentação de materiais inflamáveis. Medidas preventivas, como aterramento adequado, controle de umidade e utilização de equipamentos antiestáticos, são fundamentais para mitigar o risco de ignição estática.

### **1.3.1 Principais normas internacionais específicas que definem Fontes de Ignição em uma plataforma de prospecção de petróleo**

Existem várias normas internacionais que definem as fontes de ignição em uma plataforma de petróleo. Aqui estão algumas das principais normas que abordam esse assunto:

1. **IEC 60079:** A série de normas IEC 60079, publicada pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), fornece requisitos detalhados para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. A IEC 60079-10-1 aborda especificamente as fontes de ignição elétricas, incluindo requisitos para equipamentos elétricos intrinsecamente seguros, barreiras de segurança, proteção contra faíscas e superfícies quentes, entre outros.
2. **API RP 14F:** O American Petroleum Institute (API) publicou o Recommended Practice (RP) 14F, intitulado "Design, Installation, and Maintenance of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Division 1 and Division 2 Locations". Essa norma aborda os requisitos para sistemas elétricos em instalações offshore e incluem orientações para a identificação e mitigação de fontes de ignição elétricas.
3. **NFPA 30:** O National Fire Protection Association (NFPA) publicou o NFPA 30, intitulado "Flammable and Combustible Liquids Code". Embora não seja especificamente voltado para plataformas de petróleo, essa norma aborda os requisitos para o armazenamento seguro de líquidos inflamáveis e combustíveis, incluindo diretrizes para evitar fontes de ignição.
4. **ISO 80079-36:** A International Organization for Standardization (ISO) publicou a norma ISO 80079-36, intitulada "Explosive atmospheres - Part 36: Non-electrical equipment for explosive atmospheres - Basic method and requirements". Essa norma fornece diretrizes para a seleção, instalação e manutenção de equipamentos não elétricos em atmosferas explosivas, incluindo plataformas de petróleo.
5. **API RP 500:** O American Petroleum Institute (API) publicou a Standard for Classifying Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities que define as fontes de ignição em seu item 3.2.1
6. **ISO 14964:** A International Organization for Standardization (ISO) publicou a norma Classification of Areas for Electrical Installations in Petroleum and Natural Gas Facilities que define as fontes de ignição em seu item 3.1

É importante ressaltar que essas são apenas algumas das principais normas internacionais relacionadas a fontes de ignição em plataformas de petróleo. Dependendo da região geográfica e das regulamentações locais, outras normas e diretrizes específicas podem ser aplicáveis. Além disso, as empresas de petróleo e gás geralmente têm seus próprios padrões internos de segurança que também devem ser seguidos.

#### 1.4 Atmosferas Explosivas em Plataformas de Prospecção de Petróleo

As plataformas de prospecção de petróleo são áreas de trabalho que apresentam riscos significativos de atmosferas explosivas devido à presença de gases inflamáveis, vapores voláteis e poeiras combustíveis. Durante as operações de processamento, transporte e armazenamento de produtos petrolíferos, podem ocorrer condições que propiciam a formação dessas atmosferas explosivas.

Em plataformas de prospecção de petróleo, as atmosferas explosivas podem ser encontradas em uma variedade de áreas, incluindo:

- **Tanques de armazenamento:** Os tanques de armazenamento de petróleo e gás podem conter misturas de vapor e ar que são explosivas.
- **Áreas de processamento:** As áreas de processamento de petróleo e gás podem conter vapores e gases inflamáveis liberados durante o processamento.
- **Áreas de manutenção e reparo:** As áreas de manutenção e reparo podem conter vapores e gases inflamáveis liberados durante o trabalho.
- **Áreas externas:** As áreas externas, como a plataforma de perfuração, podem conter vapores e gases inflamáveis liberados durante a operação.

As atmosferas explosivas são uma das principais causas de incêndios e explosões em plataformas de petróleo. Por isso, é importante tomar medidas para identificar e controlar as atmosferas explosivas para garantir a segurança das plataformas.

Para lidar com esses riscos, existem normas internacionais específicas que estabelecem requisitos e diretrizes para a prevenção e controle de atmosferas explosivas em plataformas de prospecção de petróleo. Alguns exemplos dessas normas são:

1. **IEC 60079:** Essa série de normas, publicada pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), fornece requisitos detalhados para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. A IEC 60079-10-1, por exemplo, aborda as fontes de ignição elétricas, incluindo requisitos para equipamentos elétricos intrinsecamente seguros, barreiras de segurança, proteção contra faíscas e superfícies quentes.
2. **API RP 14C:** O American Petroleum Institute (API) publicou o Recommended Practice (RP) 14C, intitulado "Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms". Essa norma estabelece diretrizes para o projeto, instalação e teste de sistemas de segurança de superfície básicos em plataformas de produção offshore, incluindo medidas para prevenir e controlar atmosferas explosivas.

3. **NFPA 499:** A National Fire Protection Association (NFPA) publicou a norma NFPA 499, intitulada "Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas". Essa norma aborda a classificação de poeiras combustíveis e fornece orientações para a instalação elétrica em áreas classificadas.
4. **API RP 505:** O American Petroleum Institute (API) publicou a Standard for Electrical Installations for Oil and Gas Production Facilities. Essa norma fornece orientações para a classificação de áreas com risco de explosão em instalações industriais, incluindo plataformas de petróleo. Ela aborda a seleção de equipamentos elétricos adequados, sistemas de ventilação, práticas de manutenção e outras medidas de segurança.
5. **NFPA 79:** A National Fire Protection Association (NFPA) publicou a norma NFPA 79 - Electrical Standard for Industrial Machinery. Essa norma fornece diretrizes para o projeto, instalação e manutenção de instalações elétricas em máquinas industriais.
6. **ISO 80079-14:** A International Organization for Standardization (ISO) publicou a norma ISO 80079-14, intitulada "Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations in hazardous areas - Offshore production facilities". Essa norma fornece diretrizes para o projeto, instalação e manutenção de instalações elétricas em plataformas de petróleo.

Além dessas normas, existem regulamentos específicos de segurança offshore estabelecidos por órgãos reguladores, como a Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (**OSHA**) nos Estados Unidos e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (**ANP**) no Brasil. Esses regulamentos impõem requisitos rigorosos para a prevenção e controle de atmosferas explosivas em plataformas de prospecção de petróleo.

As normas específicas da **IEC** (Comissão Eletrotécnica Internacional), **API** (American Petroleum Institute) e **NFPA** (National Fire Protection Association) para a prevenção de atmosferas explosivas em plataformas de prospecção de petróleo incluem:

Normas da IEC:

1. **IEC 60079-10-1:** Esta norma estabelece requisitos para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. Ela aborda fontes de ignição elétrica, como equipamentos intrinsecamente seguros, barreiras de segurança, proteção contra faíscas e superfícies quentes.
2. **IEC 60079-14:** Essa norma trata da seleção, instalação e manutenção de equipamentos elétricos em atmosferas explosivas. Ela fornece diretrizes para a instalação correta de equipamentos e sistemas elétricos, considerando a classificação de zonas e as características específicas das atmosferas explosivas.

Normas da API:

1. **API RP 14C:** Esta norma, intitulada "Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms", estabelece diretrizes para o projeto, instalação e teste de sistemas de segurança de superfície básicos em plataformas de produção offshore. Ela inclui aspectos relacionados à prevenção e controle de atmosferas explosivas.
2. **API RP 500 e API RP 505:** Essas normas fornecem orientações para a classificação de áreas com risco de explosão em instalações industriais, incluindo plataformas de petróleo. Elas abordam a seleção de equipamentos elétricos adequados, sistemas de ventilação, práticas de manutenção e outras medidas de segurança.

Normas da NFPA:

1. **NFPA 70:** O Código Elétrico Nacional (NEC), publicado pela NFPA, inclui requisitos para a instalação de equipamentos elétricos em áreas classificadas, como plataformas de petróleo. Ele estabelece diretrizes para a seleção, instalação e manutenção segura de equipamentos elétricos nessas áreas.
2. **NFPA 497:** Essa norma oferece orientações para a classificação de áreas com risco de explosão devido à presença de gases inflamáveis, vapores inflamáveis, poeiras combustíveis e fibras combustíveis. Ela aborda a seleção e o uso adequado de equipamentos elétricos e instrumentação em áreas classificadas.

Essas são apenas algumas das normas relevantes da **IEC**, **API** e **NFPA** relacionadas à prevenção de atmosferas explosivas em plataformas de prospecção de petróleo. É importante consultar as versões mais recentes dessas normas e outras normas relevantes para obter informações detalhadas e atualizadas sobre os requisitos de segurança aplicáveis a esses ambientes específicos.

## **2. MEDIDAS DE PROTEÇÃO PARA EQUIPAMENTOS EM AREA CLASSIFICADO OU ATMOSFERA EXPLOSIVA**

### **2.1 Barreiras de Proteção**

As barreiras de proteção desempenham um papel fundamental na segurança dos equipamentos em áreas classificadas, onde há risco de atmosferas explosivas. Essas medidas físicas são projetadas e implementadas para prevenir ou minimizar acidentes e eventos indesejados, são dispositivos ou sistemas projetados para evitar a geração de fontes de ignição.

Em áreas classificadas, onde gases inflamáveis, vapores, poeiras combustíveis ou fibras combustíveis estão presentes, as barreiras de proteção são essenciais para evitar a propagação de uma atmosfera explosiva e mitigar seus efeitos. As barreiras de proteção são uma das principais medidas de segurança para prevenir incêndios e explosões em plataformas de petróleo.

Alguns elementos técnicos comumente utilizados nas barreiras de proteção para equipamentos em áreas classificadas incluem:

1. **Invólucros à prova de explosão:** Os equipamentos elétricos e eletrônicos utilizados nessas áreas são projetados com invólucros especiais que são à prova de explosão. Esses invólucros são construídos com materiais resistentes a chamas e explosões e são capazes de conter eventuais explosões internas, impedindo que elas se propaguem para o ambiente circundante.
2. **Sistemas de vedação:** Os equipamentos e as conexões nas áreas classificadas são projetados com sistemas de vedação apropriados para evitar a entrada de gases ou partículas inflamáveis nos equipamentos. Isso inclui o uso de juntas de vedação, gaxetas e vedações adequadas para prevenir vazamentos que possam resultar em atmosferas explosivas.
3. **Ventilação adequada:** A ventilação é um aspecto crítico para manter a segurança em áreas classificadas. Os sistemas de ventilação são projetados para controlar o fluxo de ar e minimizar a concentração de gases inflamáveis ou partículas combustíveis. Isso pode envolver a utilização de sistemas de exaustão, troca de ar e filtragem adequada para reduzir os riscos de formação de atmosferas explosivas.
4. **Sistemas de supressão e contenção:** Em caso de uma explosão ocorrer em um equipamento ou área específica, os sistemas de supressão e contenção são empregados para minimizar os danos e os riscos associados. Isso pode incluir o uso de sistemas de extinção de incêndios, como sprinklers, sistemas de supressão química ou outros métodos para controlar rapidamente o fogo e conter a explosão.

A escolha do tipo de barreira de proteção mais adequado dependerá da fonte de ignição específica que está sendo controlada.

Aqui estão alguns exemplos de barreiras de proteção que podem ser usadas em plataformas de petróleo:

- **Caixas metálicas para equipamentos elétricos:** Essas caixas impedem que as faíscas ou calor gerados pelos equipamentos elétricos entrem em contato com uma atmosfera explosiva.
- **Interruptores de segurança:** Esses interruptores desligam automaticamente o equipamento elétrico se uma faísca ou calor for detectado.
- **Ventiladores de exaustão:** Esses ventiladores removem as atmosferas explosivas de uma área.
- **Sistemas de detecção e alarme:** Esses sistemas detectam a presença de atmosferas explosivas e alertam os trabalhadores.

A implementação de barreiras de proteção é uma parte essencial da segurança de plataformas de petróleo. A seleção e instalação corretas das barreiras de proteção podem ajudar a prevenir incêndios e explosões, garantindo a segurança dos trabalhadores e da plataforma.

É fundamental ressaltar que as barreiras de proteção devem ser projetadas, instaladas e mantidas de acordo com as normas e regulamentos específicos, como as normas da **IEC**, **API** e **NFPA**, que estabelecem diretrizes técnicas para a prevenção de atmosferas explosivas e a proteção dos equipamentos em áreas classificadas.

A implementação adequada das barreiras de proteção é essencial para garantir a segurança dos trabalhadores, proteger o meio ambiente e preservar os ativos em ambientes onde existe o risco de formação de atmosferas explosivas.

Garantir a instalação e manutenção corretas das barreiras de proteção é crucial para sua eficácia na prevenção de acidentes e na proteção dos equipamentos em áreas classificadas. Aqui estão algumas diretrizes importantes para assegurar a instalação e manutenção adequadas:

1. Conformidade com normas e regulamentos: Certifique-se de que todas as barreiras de proteção sejam projetadas, instaladas e mantidas de acordo com as normas e regulamentos aplicáveis. Isso pode incluir normas como a IEC (International Electrotechnical Commission), API (American Petroleum Institute), NFPA (National Fire Protection Association) e outras normas específicas da indústria ou região.
2. Engenharia de segurança: Envolver especialistas em engenharia de segurança é fundamental. Esses profissionais têm o conhecimento técnico necessário para projetar e implementar as barreiras de proteção de acordo com as melhores práticas da indústria e as normas aplicáveis. Eles podem realizar análises de risco, avaliar as necessidades específicas da área classificada e fornecer soluções adequadas.
3. Inspeções regulares: Realize inspeções periódicas das barreiras de proteção para garantir que estejam em boas condições de funcionamento. As inspeções devem abranger todos os elementos das barreiras, como invólucros, sistemas de vedação, sistemas de ventilação e sistemas de supressão e contenção. Identifique e corrija quaisquer problemas ou danos detectados durante as inspeções.
4. Manutenção preventiva: Implemente um programa de manutenção preventiva para as barreiras de proteção. Isso pode incluir a limpeza regular, a substituição de peças desgastadas, a calibração de dispositivos de detecção e controle, e a verificação da eficácia dos sistemas de supressão e contenção. Siga as recomendações dos fabricantes e as diretrizes das normas aplicáveis para a manutenção adequada.
5. Treinamento e conscientização: Capacite os funcionários responsáveis pela operação, manutenção e inspeção das barreiras de proteção. Eles devem receber treinamento adequado sobre as melhores práticas de segurança, os procedimentos de manutenção e inspeção, e a importância da conformidade com as normas e regulamentos. Além disso, promova uma cultura de conscientização sobre a segurança, enfatizando a importância das barreiras de proteção e incentivando a comunicação de quaisquer problemas ou preocupações identificadas.

### 2.1.1 Metodologias para Análise e Projeto de Barreiras de Proteção

Existem várias abordagens e metodologias técnicas utilizadas para análise e projeto de barreiras de proteção em plataformas de petróleo. Essas metodologias visam garantir a segurança dos equipamentos e reduzir os riscos de explosões e eventos indesejados. Essas abordagens ajudam a identificar barreiras críticas, avaliar sua eficácia e tomar medidas para aprimorar a segurança do sistema. Aqui estão algumas das principais abordagens:

- **Análise de Camadas de Proteção** (Layers of Protection Analysis - **LOPA**): A LOPA é uma metodologia que identifica e avalia as camadas de proteção existentes em um sistema, incluindo as barreiras de proteção. Ela analisa a probabilidade de falhas dessas camadas e sua capacidade de prevenir ou mitigar os riscos. Com base nessa análise, é possível determinar quais barreiras são críticas e quais devem ser aprimoradas ou adicionadas.

- **Análise de Árvore de Falhas** (Fault Tree Analysis - **FTA**): A FTA é uma técnica que utiliza uma representação gráfica em forma de árvore para analisar as possíveis falhas e suas causas em um sistema. Nesse contexto, a FTA pode ser aplicada para identificar as falhas que podem comprometer as barreiras de proteção e avaliar sua probabilidade de ocorrência. Isso auxilia na identificação de medidas preventivas e mitigatórias necessárias para garantir a eficácia das barreiras.

- **Análise de Modos de Falha e Efeitos** (Failure Mode and Effects Analysis - **FMEA**): A FMEA é uma metodologia que identifica, classifica e avalia os modos de falha potenciais de um sistema, bem como seus efeitos. No contexto das barreiras de proteção, a FMEA pode ser aplicada para analisar os possíveis modos de falha das barreiras e seus efeitos na prevenção de explosões. Com base nessa análise, podem ser propostas melhorias e medidas corretivas para fortalecer as barreiras.

- **Análise de Riscos Bow Tie**: é uma ferramenta gráfica que permite visualizar e analisar os riscos de um processo ou sistema. A metodologia consiste em dois elementos principais:

O evento principal: O evento principal é o evento que pode causar danos ou perdas.

As barreiras de proteção: As barreiras de proteção são dispositivos ou sistemas projetados para evitar que o evento principal ocorra ou para mitigar seus efeitos.

A metodologia Bow Tie pode ser usada para analisar e projetar barreiras de proteção em plataformas de petróleo da seguinte forma:

1. **Identificação das fontes de ignição**: A primeira etapa é identificar todas as fontes de ignição potenciais na plataforma de petróleo.
2. **Construção do diagrama Bow Tie**: A segunda etapa é construir o diagrama Bow Tie para cada fonte de ignição.
3. **Identificação das barreiras de proteção**: A terceira etapa é identificar as barreiras de proteção existentes e potenciais para cada fonte de ignição.

4. **Avaliação das barreiras de proteção:** A quarta etapa é avaliar a eficácia das barreiras de proteção existentes e potenciais.
5. **Projeto das barreiras de proteção:** A quinta etapa é projetar as barreiras de proteção necessárias para garantir que sejam eficazes na prevenção de incêndios e explosões.

A metodologia Bow Tie é uma ferramenta eficaz para análise e projeto de barreiras de proteção em plataformas de petróleo. Ela permite que os profissionais de segurança visualizem e analisem os riscos de forma clara e concisa.

#### 2.1.1.1 Benefícios da utilização da metodologia Bow Tie para análise e projeto de barreiras de proteção em plataformas de petróleo:

- **Visibilidade dos riscos:** A metodologia Bow Tie fornece uma visão clara e concisa dos riscos de um processo ou sistema.
- **Análise sistemática:** A metodologia Bow Tie permite uma análise sistemática dos riscos, considerando todas as possíveis causas e consequências.
- **Identificação de lacunas:** A metodologia Bow Tie ajuda a identificar lacunas nas barreiras de proteção existentes.
- **Planejamento de mitigação:** A metodologia Bow Tie pode ser usada para planejar medidas de mitigação para reduzir o risco.

- **Risk Poynt:** O Risk Poynt é uma abordagem que combina a análise quantitativa de riscos com a identificação e otimização das barreiras de proteção. Essa metodologia utiliza ferramentas como a análise probabilística de segurança (PSA - Probabilistic Safety Analysis) para quantificar os riscos associados ao sistema e, em seguida, otimizar as barreiras de proteção com base nesses resultados. O objetivo é maximizar a eficácia das barreiras e alocar recursos de forma mais eficiente.

A análise de riscos com o Risk Poynt envolve os seguintes passos:

1. **Identificação de cenários de risco:** São identificados os eventos indesejados que podem ocorrer no sistema, levando em consideração as fontes de perigo e as possíveis consequências.
2. **Análise de camadas de proteção:** Cada camada de proteção existente no sistema é avaliada quanto à sua capacidade de prevenir ou mitigar os eventos indesejados. Isso inclui a identificação de barreiras técnicas, procedimentos operacionais, sistemas de alarme, sistemas de controle e outras medidas de proteção.
3. **Avaliação da eficácia das barreiras:** As camadas de proteção são quantitativamente avaliadas em termos de probabilidade de falha e capacidade de prevenção ou mitigação de consequências adversas. Isso envolve a análise de dados históricos, testes de confiabilidade e outras informações relevantes.
4. **Otimização das barreiras de proteção:** Com base na análise de riscos e na avaliação da eficácia das barreiras, são identificadas as áreas onde melhorias são necessárias. Medidas de mitigação adicionais podem ser propostas, implementadas e monitoradas para garantir uma proteção adequada contra os riscos identificados.

O Risk Poynt é uma abordagem abrangente que envolve a consideração de várias camadas de proteção e a análise detalhada da eficácia de cada uma delas. Essa metodologia permite uma compreensão mais completa dos riscos envolvidos e auxilia na tomada de decisões informadas para o aprimoramento da segurança.

### 2.1.1.2 Benefícios da utilização do Risk Poynt na Análise de Riscos

A utilização do Risk Poynt na análise de riscos traz diversos benefícios significativos. Alguns dos principais benefícios incluem:

1. **Identificação abrangente de riscos:** O Risk Poynt permite uma análise sistemática e abrangente dos riscos em um sistema ou processo. Isso envolve a identificação de uma variedade de cenários de risco potenciais, considerando fontes de perigo, consequências e probabilidades associadas.
2. **Avaliação quantitativa de camadas de proteção:** Uma das vantagens do Risk Poynt é a capacidade de realizar uma avaliação quantitativa das camadas de proteção existentes. Isso significa que é possível atribuir valores numéricos à probabilidade de falha e à eficácia de cada camada de proteção, proporcionando uma compreensão mais precisa da sua contribuição para a redução dos riscos.
3. **Tomada de decisões informadas:** Com base nas análises quantitativas realizadas pelo Risk Poynt, é possível tomar decisões informadas e embasadas sobre a otimização das barreiras de proteção. A abordagem ajuda a identificar áreas de melhoria, priorizar ações corretivas e alocar recursos de forma eficiente para maximizar a eficácia da gestão de riscos.
4. **Melhoria contínua da segurança:** Ao analisar as camadas de proteção existentes e identificar suas limitações, o Risk Poynt auxilia na implementação de medidas de melhoria contínua da segurança. Isso pode incluir o aprimoramento de sistemas de controle, atualização de procedimentos operacionais, treinamento de pessoal e outras ações para fortalecer as barreiras de proteção e reduzir os riscos.
5. **Comunicação eficaz de riscos:** O Risk Poynt fornece uma estrutura lógica e quantitativa para a análise de riscos. Isso facilita a comunicação eficaz dos riscos para todas as partes interessadas, incluindo gestores, equipes de segurança, reguladores e outros envolvidos no processo de tomada de decisões relacionadas à segurança.

## 2.2 Os principais modos de Falha das Barreiras de proteção em plataformas de prospecção de petróleo

Existem vários modos de falha que podem afetar as barreiras de proteção em plataformas de petróleo.

A identificação e avaliação dos modos de falha das barreiras de proteção é uma parte essencial do processo de análise e projeto de barreiras de proteção. Essa avaliação permite que os profissionais de segurança identifiquem as barreiras de proteção que são mais propensas a falhar e que tomem medidas para mitigar o risco.

Os principais modos de falha das barreiras de proteção em plataformas de prospecção de petróleo estão classificados como:

1. **Falha operacional:** Uma falha operacional ocorre quando a barreira de proteção não funciona conforme o esperado. Isso pode ser causado por uma falha no próprio dispositivo ou sistema, por uma falha na operação ou manutenção da barreira de proteção, ou por uma falha no ambiente em que a barreira de proteção está instalada.
2. **Falha de projeto:** Uma falha de projeto ocorre quando a barreira de proteção não é projetada para atender aos requisitos de segurança. Isso pode ser causado por uma falha na análise de riscos, por uma falha na seleção do tipo de barreira de proteção adequado, ou por uma falha na especificação dos requisitos de desempenho da barreira de proteção.
3. **Falha de fabricação:** Uma falha de fabricação ocorre quando a barreira de proteção é fabricada com defeito. Isso pode ser causado por um erro humano, por um problema de qualidade no processo de fabricação, ou por um problema de material.

Aqui estão alguns dos principais modos de falha que podem comprometer a eficácia dessas barreiras:

1. **Danos físicos:** As barreiras de proteção podem sofrer danos físicos devido a impactos, corrosão, desgaste, exposição a condições ambientais adversas, entre outros fatores. Esses danos podem comprometer a integridade das barreiras, reduzindo sua capacidade de conter explosões ou evitar a propagação de atmosferas explosivas.
2. **Falhas de vedação:** As barreiras de proteção frequentemente envolvem sistemas de vedação, como juntas, gaxetas e selos. As falhas nessas vedação podem resultar em vazamentos de gases inflamáveis ou partículas combustíveis, comprometendo a capacidade das barreiras de evitar a formação de atmosferas explosivas.
3. **Falhas elétricas:** Em plataformas de petróleo, muitas barreiras de proteção envolvem equipamentos elétricos à prova de explosão. As falhas elétricas nesses equipamentos, como curtos-circuitos, mau funcionamento de dispositivos de proteção e ignição de arcos elétricos, podem levar a explosões e comprometer a função das barreiras.
4. **Falhas de sistemas de ventilação:** Os sistemas de ventilação são essenciais para controlar a concentração de gases inflamáveis em áreas classificadas. Falhas nesses sistemas, como obstruções, mau funcionamento dos exaustores ou insuficiência na troca de ar, podem levar ao acúmulo de gases inflamáveis, aumentando o risco de explosões.
5. **Falhas de sistemas de supressão e contenção:** As barreiras de proteção podem incluir sistemas de supressão de incêndios, como sprinklers, sistemas de espuma, agentes químicos, entre outros. Falhas nesses sistemas, como falha de acionamento, deficiência de suprimento de água ou falha no agente supressor, podem comprometer a capacidade de controle de incêndios e contenção de explosões.
6. **Falhas de monitoramento e detecção:** Os sistemas de monitoramento e detecção, como detectores de gás, sistemas de alarme e sistemas de controle de processos, desempenham um papel crucial na identificação precoce de condições perigosas. Falhas nesses sistemas, como falha de sensores, calibração inadequada ou mau funcionamento dos alarmes, podem resultar em atrasos na resposta a eventos e na mitigação de riscos.

É importante ressaltar que a prevenção e mitigação desses modos de falha exigem a implementação de programas de manutenção preventiva adequados, inspeções regulares, monitoramento contínuo e treinamento adequado para os operadores e equipes de manutenção. Além disso, seguir as recomendações dos fabricantes e as normas e regulamentos aplicáveis é fundamental para garantir a eficácia das barreiras de proteção.

## 2.3 Tipos de Equipamentos

Os equipamentos utilizados em áreas classificadas devem ser projetados e certificados para uso em atmosferas explosivas. Existem diferentes tipos de equipamentos, como iluminação à prova de explosão, motores à prova de explosão, interruptores de segurança intrinsecamente seguros e instrumentação adequada.

Na seleção de equipamentos para uso em áreas classificadas, é fundamental considerar as normas técnicas específicas que regem sua certificação e adequação para operação em atmosferas explosivas.

Essas normas fornecem diretrizes e critérios para garantir a segurança e a confiabilidade dos equipamentos. A seguir, serão mencionados alguns tipos de equipamentos comuns utilizados em áreas classificadas, juntamente com as normas técnicas relevantes.

1. **Iluminação à prova de explosão:** A iluminação adequada é essencial para garantir a visibilidade e a segurança em áreas classificadas. Os equipamentos de iluminação à prova de explosão são projetados para evitar o risco de ignição em atmosferas explosivas. A norma técnica **IEC 60079-0** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 0: Requisitos Gerais) estabelece os requisitos e os métodos de teste para iluminação à prova de explosão.
2. **Motores à prova de explosão:** Os motores elétricos utilizados em áreas classificadas devem ser projetados e construídos para evitar a ignição de atmosferas explosivas. Esses motores são certificados de acordo com normas técnicas, como a **IEC 60079-1** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 1: Equipamentos para Gás Explosivo Atmosferas - Requisitos Gerais) e a **IEC 60079-7** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 7: Equipamentos para Atmosferas de Poeira Explosiva).
3. **Interruptores de segurança intrinsecamente seguros:** Os interruptores de segurança são utilizados para garantir o controle e o desligamento seguro de equipamentos em áreas classificadas. Os interruptores de segurança intrinsecamente seguros são projetados para limitar a energia elétrica e térmica a níveis seguros, reduzindo assim o risco de ignição. A norma técnica **IEC 60079-11** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 11: Equipamentos com Proteção Intrínseca "i") fornece orientações para a seleção e uso de interruptores de segurança intrinsecamente seguros.
4. **Instrumentação adequada:** A instrumentação utilizada em áreas classificadas, como sensores, transmissores e controladores, deve ser projetada e construída para evitar a ignição de atmosferas explosivas. A norma técnica **IEC 60079-2** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 2: Equipamentos para Gás Explosivo Atmosferas - Proteção por Segurança Intrínseca "i") estabelece requisitos específicos para instrumentação intrinsecamente segura.

Esses são apenas alguns exemplos de tipos de equipamentos utilizados em áreas classificadas. Existem várias outras categorias de equipamentos, como painéis elétricos, sistemas de detecção de gás, válvulas, bombas e sistemas de ventilação, que também são projetados para operar com segurança em atmosferas explosivas. A seleção e a instalação adequadas desses equipamentos, de acordo com as normas técnicas apropriadas, são essenciais para garantir a segurança nessas áreas.

Além das normas técnicas mencionadas anteriormente, existem outras normas relevantes para equipamentos utilizados em áreas classificadas. Aqui estão algumas delas:

1. **IEC 60079-10-1** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 10-1: Classificação de Locais - Locais que contêm gases explosivos e vapores - Atmosferas explosivas em geral): Esta norma estabelece os critérios para classificação de áreas de acordo com a presença de gases explosivos e vapores. Ela fornece orientações sobre como determinar as zonas de risco e a seleção de equipamentos apropriados para cada zona.
2. **IEC 60079-10-2** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 10-2: Classificação de Locais - Locais que contêm poeira combustível suspensa no ar - Atmosferas explosivas em geral): Esta norma é semelhante à IEC 60079-10-1, mas é aplicável a locais que contêm poeira combustível suspensa no ar. Ela estabelece os critérios para classificação de áreas de acordo com a presença de poeiras explosivas e fornece orientações para a seleção de equipamentos apropriados.
3. **IEC 60079-14** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 14: Instalação Elétrica em Áreas Classificadas (exceto Mineração)): Esta norma aborda a instalação elétrica em áreas classificadas e fornece diretrizes para a seleção, instalação, inspeção e manutenção de equipamentos elétricos nessas áreas. Ela abrange aspectos como a proteção contra explosões, aterramento, seleção de cabos e condutores, e requisitos de rotulagem.
4. **IEC 60079-17** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 17: Inspeção e Manutenção de Instalações Elétricas em Áreas Classificadas (exceto Mineração)): Esta norma trata da inspeção e manutenção de instalações elétricas em áreas classificadas. Ela fornece orientações sobre a frequência e os procedimentos de inspeção, bem como os requisitos para a manutenção adequada dos equipamentos elétricos em atmosferas explosivas.
5. **IEC 60079-31** (Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 31: Controles e Instrumentação Elétrica de Processos): Esta norma aborda os requisitos para controles e instrumentação elétrica de processos em áreas classificadas. Ela estabelece os critérios para a seleção, instalação e manutenção de equipamentos de controle e instrumentação, como sensores, transmissores e controladores, utilizados em ambientes com atmosferas explosivas.
6. **ISO 80079-2**: Atmosferas explosivas - Parte 2: Equipamentos elétricos para utilização em atmosferas explosivas - Requisitos gerais.

É importante consultar as normas técnicas pertinentes ao selecionar, instalar e manter equipamentos em áreas classificadas. Essas normas fornecem diretrizes claras e orientações para garantir a segurança e a conformidade com os requisitos regulatórios.

## 2.4 Inspeção Baseada em Risco

A **Inspeção Baseada em Risco** (IBR) é uma abordagem sistemática e estruturada para avaliar a segurança de uma área classificada, com base na análise de riscos. Ela é amplamente utilizada em diversos setores industriais para identificar perigos potenciais, avaliar os riscos associados e tomar

medidas adequadas de mitigação. A **IBR** é fundamentada em normas técnicas e diretrizes específicas para garantir a eficácia e consistência do processo.

Para conduzir uma **IBR**, são seguidas etapas bem definidas. Inicialmente, é realizada uma identificação completa dos perigos presentes na área classificada, levando em consideração os materiais, processos e condições operacionais envolvidas. Normas técnicas, como a **ISO 31000** (Gestão de Riscos) e a **IEC 60079-17** (Seleção e Uso de Equipamento Elétrico para Áreas Classificadas), fornecem diretrizes para essa identificação.

Após a identificação dos perigos, é feita uma análise de risco detalhada. Nessa etapa, são avaliadas a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado e as consequências associadas. A norma **ISO 12100** (Segurança de Máquinas) é frequentemente utilizada para guiar essa análise. Também são considerados fatores como a frequência de exposição, a gravidade das consequências e a capacidade de detecção e resposta.

Com base nos resultados da análise de risco, são determinadas as medidas de mitigação adequadas. Normas técnicas, como a **IEC 60079-14** (Projeto, Seleção e Montagem de Instalações Elétricas em Áreas Classificadas), oferecem orientações para a seleção e implementação de medidas de proteção. Essas medidas podem incluir o uso de equipamentos intrinsecamente seguros, barreiras de contenção, sistemas de ventilação adequados, sistemas de detecção e alarme, entre outros.

É importante ressaltar que a **IBR** é um processo contínuo e dinâmico. As áreas classificadas devem ser regularmente inspecionadas e revisadas para garantir que as medidas de mitigação permaneçam eficazes ao longo do tempo. Normas técnicas, como a **ABNT NBR IEC 60079-17** (Atmosferas Explosivas - Parte 17: Inspeção e Manutenção de Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas), fornecem orientações sobre as melhores práticas para inspeção e manutenção de áreas classificadas.

A seleção e implementação das medidas de mitigação em uma Inspeção Baseada em Risco (**IBR**) envolvem uma abordagem sistemática e embasada nos resultados da análise de risco. Existem várias etapas e considerações a serem feitas nesse processo. A seguir, descrevo as principais etapas envolvidas:

1. **Análise de risco:** A análise de risco é realizada para identificar e avaliar os riscos associados à área classificada. Com base nessa análise, são identificados os perigos potenciais, determinadas as consequências e avaliadas as probabilidades de ocorrência dos eventos indesejados. Essa análise é fundamental para embasar a seleção das medidas de mitigação.
2. **Hierarquia das medidas de controle:** A seleção das medidas de mitigação segue a hierarquia das medidas de controle, que é amplamente aceita em segurança. Essa hierarquia estabelece uma ordem de prioridade para as medidas de controle, começando pela eliminação do perigo, seguida pela substituição, controles de engenharia, controles administrativos e, por último, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Dessa forma, as medidas mais efetivas são priorizadas.
3. **Normas técnicas e regulamentações:** Normas técnicas e regulamentações específicas para a área classificada devem ser consultadas para orientar a seleção e implementação das medidas

de mitigação. Essas normas fornecem diretrizes detalhadas sobre os requisitos de segurança, os critérios de seleção de equipamentos, as práticas recomendadas e as melhores práticas da indústria. Alguns exemplos de normas relevantes incluem a **ABNT NBR IEC 60079-14** (Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas) e a **NFPA 30** (Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis).

4. **Avaliação de viabilidade técnica e econômica:** As medidas de mitigação selecionadas devem ser avaliadas quanto à sua viabilidade técnica e econômica. Isso implica considerar a disponibilidade de tecnologias apropriadas, a capacidade de implementação e os custos associados. É importante encontrar um equilíbrio entre a efetividade da medida de mitigação e a sua viabilidade prática.
5. **Implementação e acompanhamento:** Uma vez selecionadas as medidas de mitigação, é necessário implementá-las de acordo com as diretrizes estabelecidas pelas normas técnicas e regulamentações aplicáveis. Durante a implementação, é fundamental garantir que as medidas sejam adequadamente instaladas, testadas e mantidas. Além disso, é importante estabelecer um sistema de monitoramento e acompanhamento para garantir que as medidas continuem eficazes ao longo do tempo.

#### 2.4.1 Avaliação da Viabilidade Técnica e Econômica na implantação da Inspeção Baseada em Risco (IBR)

A avaliação da viabilidade técnica e econômica das medidas de mitigação em uma Inspeção Baseada em Risco (IBR) envolve a consideração de vários critérios. Esses critérios ajudam a determinar se uma medida de mitigação é adequada e praticável em termos técnicos e financeiros. A seguir estão alguns dos critérios comumente utilizados:

1. **Efetividade:** A medida de mitigação deve ser efetiva na redução ou eliminação do risco identificado. Ela deve abordar o perigo de maneira adequada, minimizando as consequências e reduzindo a probabilidade de ocorrência do evento indesejado. Avaliar a efetividade da medida requer uma análise detalhada de como ela se relaciona com o risco em questão.
2. **Viabilidade técnica:** A viabilidade técnica está relacionada à capacidade de implementar e manter a medida de mitigação. Deve-se considerar se a tecnologia necessária está disponível, se a medida pode ser adequadamente instalada e operada nas condições específicas da área classificada, e se ela é compatível com outros sistemas e equipamentos existentes. A disponibilidade de recursos técnicos e a expertise necessária também são fatores importantes a serem considerados.
3. **Custos:** A avaliação dos custos envolve calcular os investimentos necessários para implementar a medida de mitigação, bem como os custos contínuos de manutenção e operação. Isso inclui os custos de compra e instalação de equipamentos, custos de treinamento de pessoal, custos de conformidade com regulamentações, custos de manutenção preventiva e corretiva, entre outros. É importante realizar uma análise financeira completa para determinar a viabilidade econômica da medida.
4. **Retorno sobre o investimento (ROI):** O ROI é um critério econômico importante a ser considerado. Ele envolve a análise dos benefícios esperados em relação aos custos investidos.

Os benefícios podem incluir a redução de perdas, a prevenção de acidentes, a melhoria da eficiência operacional, o cumprimento de regulamentações e a proteção da reputação da organização. A determinação do ROI pode ajudar a priorizar e justificar investimentos em medidas de mitigação.

5. **Conformidade regulatória:** A conformidade com as normas técnicas e regulamentações aplicáveis é um critério fundamental na avaliação da viabilidade técnica e econômica. É importante garantir que as medidas de mitigação selecionadas atendam aos requisitos legais e às melhores práticas da indústria. A não conformidade com as regulamentações pode acarretar penalidades legais e impactos negativos na reputação da organização.

É importante ressaltar que a avaliação da viabilidade técnica e econômica é um processo complexo e multifacetado, que requer uma análise abrangente e equilibrada. Os critérios mencionados acima são apenas alguns exemplos dos fatores que devem ser considerados. A avaliação deve ser realizada caso a caso, levando em conta os requisitos específicos da área classificada e as circunstâncias da organização.

### 3. GESTÃO DE RISCOS

A gestão de riscos em áreas classificadas ou perigosas e atmosferas explosivas é um processo fundamental para garantir a segurança nessas áreas. É um processo sistemático que visa identificar, avaliar e controlar os riscos associados a essas áreas.

A gestão de riscos em plataformas de petróleo é uma tarefa complexa que exige o envolvimento de todos os **stakeholders**. A colaboração entre as diferentes áreas da plataforma, como engenharia, operações, segurança e manutenção, é essencial para o sucesso do processo.

A seguir, serão abordados os princípios, métodos e medidas envolvidos nesse processo, de acordo com as normas técnicas pertinentes.

#### 3.1 Princípios

A gestão de riscos em áreas classificadas baseia-se em princípios fundamentais, que são os seguintes:

- **Identificação de riscos:** É necessário identificar e compreender os riscos associados às atmosferas explosivas, levando em consideração fatores como fontes de ignição, substâncias inflamáveis, condições operacionais e sistemas de proteção existentes.
- **Avaliação de riscos:** A avaliação de riscos envolve a estimativa da probabilidade de ocorrência de eventos perigosos e a determinação das consequências associadas. Isso permite a priorização dos riscos e a alocação eficiente de recursos para o controle e redução dos mesmos.
- **Controle de riscos:** O controle de riscos consiste na implementação de medidas para reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos perigosos e minimizar as consequências em caso

de ocorrência. Isso pode incluir o uso de equipamentos à prova de explosão, sistemas de ventilação adequados e procedimentos operacionais seguros.

- **Comunicação de riscos:** É essencial comunicar de forma clara e eficaz os riscos existentes em áreas classificadas para todas as partes interessadas, incluindo funcionários, contratados e autoridades reguladoras. Isso promove a conscientização e a compreensão dos riscos envolvidos, bem como a adoção de medidas adequadas de prevenção e mitigação.
- **Revisão contínua do sistema de gestão:** A gestão de riscos em áreas classificadas deve ser um processo contínuo, sujeito a revisões e atualizações periódicas. Isso permite a adaptação às mudanças nas condições operacionais, tecnológicas e regulatórias, garantindo a eficácia contínua do sistema de gestão de riscos.
- **Monitoramento dos riscos:** A última etapa é monitorar os riscos controlados, para garantir que as medidas de controle sejam eficazes.

### 3.2 Métodos

Os métodos de gestão de riscos em áreas classificadas ou perigosas e atmosferas explosivas em uma plataforma de prospecção de petróleo são as técnicas e ferramentas utilizadas para identificar, avaliar e controlar os riscos associados a essas áreas.

Os métodos de gestão de riscos podem ser divididos em duas categorias principais:

- **Métodos quantitativos:** Esses métodos utilizam dados e cálculos para estimar a probabilidade de ocorrência e as consequências de um evento.
- **Métodos qualitativos:** Esses métodos utilizam a experiência e o julgamento humano para avaliar os riscos.

Os métodos quantitativos são mais precisos, mas podem ser mais complexos e caros de implementar. Os métodos qualitativos são mais simples e fáceis de implementar, mas podem ser menos precisos.

A escolha do método de gestão de riscos mais adequado dependerá das características específicas da plataforma de petróleo e dos riscos envolvidos.

. Alguns desses métodos são:

- **Análise de modos de falha e efeitos (FMEA, Failure Mode and Effects Analysis):** É uma técnica sistemática para identificar e avaliar os modos de falha potenciais de um sistema ou equipamento, bem como suas consequências. Isso permite a priorização dos modos de falha críticos e a definição de medidas de controle apropriadas.
- **Análise de árvore de falhas (FTA, Fault Tree Analysis):** É uma técnica que utiliza uma representação gráfica em forma de árvore para analisar as possíveis combinações de eventos que podem levar a uma falha ou evento indesejado. Isso auxilia na compreensão das causas raiz dos eventos e na identificação de medidas preventivas e mitigadoras.
- **Análise preliminar de perigos (PHA, Preliminary Hazard Analysis):** É uma análise inicial dos perigos potenciais em uma área classificada, identificando as fontes de perigo, suas causas e

as consequências associadas. Essa análise fornece uma visão geral dos riscos existentes e é frequentemente utilizada na fase de projeto inicial.

- **Análise de riscos quantitativa (QRA, Quantitative Risk Analysis):** É uma abordagem quantitativa para avaliar os riscos em áreas classificadas, utilizando técnicas estatísticas, modelos matemáticos e dados históricos. Isso permite uma avaliação mais precisa dos riscos e a tomada de decisões informadas em relação às medidas de controle.

### 3.3 Medidas

As medidas de gestão de riscos em áreas classificadas incluem a implementação de procedimentos operacionais seguros, a manutenção adequada dos equipamentos, a realização regular de inspeções de segurança, a capacitação adequada dos funcionários e a resposta eficaz a emergências. Essas medidas são essenciais para prevenir acidentes, minimizar os efeitos de eventos perigosos e proteger a integridade das pessoas, instalações e meio ambiente. Algumas das medidas comuns são:

- **Procedimentos operacionais seguros:** Devem ser estabelecidos e seguidos procedimentos claros para as atividades realizadas em áreas classificadas. Isso inclui orientações para manuseio adequado de substâncias inflamáveis, controle de fontes de ignição, uso correto de equipamentos e ferramentas, entre outros.
- **Manutenção adequada dos equipamentos:** Os equipamentos utilizados em áreas classificadas devem passar por manutenções regulares, inspeções e testes para garantir sua integridade e funcionamento adequado. Isso inclui a substituição de peças desgastadas, limpeza, calibração e reparos conforme necessário.
- **Inspeções de segurança:** Devem ser realizadas inspeções regulares nas áreas classificadas para identificar potenciais problemas de segurança, como vazamentos de substâncias inflamáveis, falhas em equipamentos de proteção, condições inadequadas de ventilação, entre outros. Essas inspeções permitem a correção rápida de problemas e a implementação de medidas corretivas.
- **Capacitação adequada dos funcionários:** Todos os funcionários que trabalham em áreas classificadas devem receber treinamento adequado sobre os riscos envolvidos, procedimentos operacionais seguros, uso correto de equipamentos de proteção individual (EPIs), medidas de prevenção de incêndios e procedimentos de resposta a emergências. A capacitação adequada aumenta a conscientização e promove um ambiente de trabalho seguro.
- **Resposta eficaz a emergências:** Deve-se ter um plano de resposta a emergências bem definido, que inclua medidas como evacuação segura, acionamento de sistemas de combate a incêndio, isolamento e contenção de áreas afetadas, comunicação com autoridades competentes e prestação de primeiros socorros. A resposta eficaz a emergências minimiza os danos e protege a vida e a saúde das pessoas envolvidas.

A aplicação dessas medidas de gestão de riscos em áreas classificadas é crucial para garantir a segurança operacional e evitar acidentes graves. É importante seguir as normas técnicas específicas relacionadas à gestão de riscos em áreas classificadas, como a **IEC 60079-17**, que fornece diretrizes detalhadas sobre as melhores práticas nesse campo.

## 4. PERIGOS ESPECÍFICOS DE PLATAFORMAS DE PROSPECÇÃO DE PETRÓLEO

A gestão dos perigos específicos em plataformas de prospecção de petróleo é essencial para garantir a segurança operacional e prevenir acidentes graves originados pelas Áreas Classificadas ou Perigosas e Atmosferas Explosivas

### 4.1 Atmosferas Explosivas Causadas por Gases e Vapores de Petróleo e Seus Derivados

A presença de gases e vapores inflamáveis, como o gás natural e o petróleo bruto, representa um perigo significativo em plataformas de prospecção de petróleo. Essas substâncias podem ser liberadas durante várias etapas do processo, incluindo o processamento, transporte e armazenamento, criando potenciais atmosferas explosivas.

Uma plataforma de prospecção de petróleo pode envolver uma variedade de processos e operações que podem gerar uma diversidade de gases e vapores. Alguns dos principais gases e vapores presentes em uma plataforma de petróleo incluem:

1. **Metano (CH<sub>4</sub>):** O metano é o principal componente do gás natural e pode estar presente em plataformas de petróleo. É inflamável e pode ser liberado durante a perfuração, produção e processamento de gás e petróleo.
2. **Hidrocarbonetos Leves:** Além do metano, outros hidrocarbonetos leves, como etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) e propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), podem estar presentes em uma plataforma de petróleo. Esses gases também são inflamáveis e podem ser liberados durante várias etapas do processo.
3. **Hidrogênio Sulfurado (H<sub>2</sub>S):** O H<sub>2</sub>S é um gás tóxico e altamente perigoso presente em alguns reservatórios de petróleo e gás. Ele pode ser liberado durante a perfuração e produção de petróleo e gás contendo enxofre. O H<sub>2</sub>S apresenta riscos graves à saúde e segurança dos trabalhadores em uma plataforma de petróleo.
4. **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** O dióxido de carbono é um subproduto comum da combustão de hidrocarbonetos. Pode estar presente em plataformas de petróleo devido à queima de gás natural, combustíveis fósseis e processos de produção.
5. **Hidrocarbonetos Aromáticos:** Alguns hidrocarbonetos aromáticos, como benzeno, tolueno e xilenos (BTEX), podem estar presentes em uma plataforma de petróleo. Esses compostos são voláteis e podem ser liberados durante várias etapas do processo, incluindo perfuração, produção e refinamento.

Além desses gases e vapores, outros produtos químicos e contaminantes podem estar presentes em uma plataforma de petróleo, dependendo das atividades e processos específicos.

Para lidar com esses perigos, é fundamental seguir as normas técnicas específicas que regem a prevenção e o controle de atmosferas explosivas. Além disso, é necessário adotar medidas de controle para prevenir a formação de atmosferas explosivas e minimizar os riscos associados.

Ao seguir as normas técnicas pertinentes e implementar medidas adequadas de prevenção e controle, é possível reduzir significativamente os riscos de explosões e garantir a segurança das operações em

plataformas de prospecção de petróleo. É importante destacar que a conformidade com as normas técnicas é uma responsabilidade legal e ética das empresas envolvidas na indústria de petróleo, e a não conformidade pode resultar em multas, danos à reputação e, o mais importante, colocar vidas em perigo. Portanto, é crucial investir em projetos de engenharia adequados, manutenção regular, inspeções de segurança e monitoramento contínuo para mitigar os perigos específicos relacionados às atmosferas explosivas nas plataformas de prospecção de petróleo.

Para lidar com esse perigo específico, é fundamental seguir as normas técnicas estabelecidas, que fornecem diretrizes claras para a prevenção e o controle de atmosferas explosivas na indústria de petróleo. Uma das normas amplamente aplicadas é a **IEC 60079-10-1**, emitida pela International Electrotechnical Commission (IEC), que estabelece os requisitos para a classificação de áreas onde podem ocorrer atmosferas explosivas e a **ISO 80079-1, emitida pela** International Organization for Standardization (ISO), Atmosferas explosivas - Parte 1: Classificação de áreas.

A classificação de áreas de acordo com a probabilidade e frequência da presença de atmosferas explosivas tem um impacto direto na seleção de equipamentos elétricos e não elétricos a serem utilizados nessas áreas. A escolha correta dos equipamentos é fundamental para garantir a segurança operacional e prevenir a ocorrência de explosões.

A classificação de áreas identifica três zonas principais: **Zona 0, Zona 1 e Zona 2**. Cada zona apresenta diferentes níveis de risco e concentração de gases inflamáveis ou vapores. Com base nessa classificação, as normas técnicas estabelecem requisitos específicos para os equipamentos a serem instalados em cada zona.

#### 4.2 Atmosferas Explosivas Causadas por Poeiras de Produtos Petrolíferos

Além dos gases e vapores, as poeiras de produtos petrolíferos também podem representar um perigo. Quando essas poeiras são dispersas no ar em alta concentração, elas podem se tornar inflamáveis e explosivas. A presença de poeiras combustíveis, como a poeira de petróleo refinado, requer medidas de segurança adicionais para evitar a formação de atmosferas explosivas.

As poeiras representam um perigo significativo, além dos gases e vapores, em ambientes industriais. Quando essas poeiras são dispersas no ar em concentrações elevadas, podem se tornar inflamáveis e explosivas, resultando em riscos graves para a saúde e segurança dos trabalhadores e instalações. É crucial implementar medidas de segurança adequadas para prevenir a formação de atmosferas explosivas induzidas por poeira combustível, como a poeira de petróleo refinado.

Nesse contexto, várias normas técnicas são aplicáveis para orientar e garantir a segurança em relação às poeiras combustíveis e atmosferas explosivas. Uma das normas amplamente reconhecidas é a **NFPA 654**: Norma para Prevenção de Incêndios e Explosões de Poeiras Combustíveis. Essa norma fornece diretrizes abrangentes para o controle de riscos associados a poeiras combustíveis, incluindo requisitos para avaliação de riscos, prevenção de incêndios e explosões, projeto de sistemas de ventilação e exaustão, e seleção adequada de equipamentos de proteção individual.

Além disso, a **IEC 60079-10-2**: Atmosferas Explosivas - Parte 10-2: Classificação de Áreas - Atmosferas de Poeiras Combustíveis estabelece os critérios para classificação de áreas onde poeiras combustíveis estão presentes. Essa norma define zonas específicas em função da probabilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva devido às poeiras combustíveis, auxiliando na implementação de medidas de controle de risco apropriadas para cada zona.

Para prevenir a formação de atmosferas explosivas de poeiras combustíveis, é essencial seguir boas práticas de engenharia, como a utilização de sistemas de ventilação adequados, a implementação de procedimentos de limpeza regular, o controle de fontes de ignição e a adoção de medidas de mitigação, como o uso de sistemas de supressão de poeira ou contenção. Além disso, é fundamental fornecer treinamento adequado aos trabalhadores sobre os riscos associados às poeiras combustíveis, bem como sobre os procedimentos de segurança e emergência a serem seguidos.

A conformidade com as normas técnicas relevantes, como a **NFPA 654** e a **IEC 60079-10-2**, é essencial para garantir a segurança contra explosões e incêndios causados por poeiras combustíveis em ambientes industriais envolvendo produtos petrolíferos. A adoção de tais medidas de segurança contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e protegido, mitigando os riscos associados às poeiras combustíveis e salvaguardando a integridade das instalações e dos trabalhadores envolvidos.

Em uma plataforma de prospecção de petróleo, podem estar presentes várias poeiras de produtos petrolíferos, que são partículas sólidas finas resultantes das atividades de exploração, perfuração, produção e processamento de petróleo. Algumas das principais poeiras de produtos petrolíferos encontradas em plataformas de petróleo incluem:

1. **Poeira de petróleo refinado:** Essa poeira é formada durante o processo de refino do petróleo, onde ocorrem operações de destilação, craqueamento, tratamento e outras etapas para obter produtos petrolíferos refinados, como gasolina, diesel, querosene e lubrificantes. A manipulação desses produtos refinados pode gerar poeiras finas.
2. **Poeira de sólidos suspensos em petróleo:** Durante a produção e processamento de petróleo em plataformas, pequenas partículas sólidas, como areia, argila e minerais, podem estar presentes na forma de sólidos suspensos no petróleo. Essas partículas podem se sedimentar e se tornar poeira quando são movimentadas ou manuseadas.
3. **Poeira de produtos de perfuração:** Durante a perfuração de poços de petróleo, são utilizados fluidos de perfuração contendo aditivos e sólidos para lubrificação, resfriamento e estabilização do poço. Esses aditivos podem incluir bentonita, barita e outros compostos químicos. A manipulação desses fluidos e o descarte de resíduos de perfuração podem gerar poeiras.
4. **Poeira de produtos de limpeza e manutenção:** Nas plataformas de petróleo, são realizadas atividades de limpeza e manutenção regularmente para garantir o bom funcionamento dos equipamentos e sistemas. O uso de produtos químicos de limpeza e abrasivos pode resultar na geração de poeiras durante essas atividades.

É importante ressaltar que a composição e a presença de poeiras de produtos petrolíferos podem variar dependendo dos processos específicos, da localização geográfica da plataforma e da natureza

do petróleo bruto sendo processado. Essas poeiras podem apresentar riscos significativos para a saúde e a segurança, especialmente quando estão presentes em altas concentrações e em ambientes onde há a possibilidade de formação de atmosferas explosivas. Portanto, é fundamental implementar medidas de controle de poeira, como a utilização de sistemas de ventilação adequados, o uso de equipamentos de proteção individual e a adoção de boas práticas de limpeza e manuseio de materiais.

#### 4.3 Atmosferas Explosivas Causadas por Faíscas e Descargas Elétricas

As faíscas elétricas e as descargas eletrostáticas representam fontes comuns de ignição e são particularmente preocupantes em áreas classificadas, onde há a presença de atmosferas potencialmente explosivas.

As faíscas elétricas são causadas por descargas elétricas de baixa energia que podem ser geradas por equipamentos elétricos, ferramentas ou até mesmo pelo contato de dois materiais diferentes. As descargas eletrostáticas são causadas pelo acúmulo de cargas elétricas em objetos, que podem ser liberadas repentinamente na forma de uma descarga elétrica.

Em plataformas de prospecção de petróleo, onde o uso de equipamentos elétricos e sistemas de energia é essencial, é de extrema importância implementar medidas de proteção contra faíscas para garantir a segurança dos trabalhadores e prevenir incidentes explosivos.

As medidas de proteção contra faíscas elétricas e as descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo podem ser divididas em duas categorias principais:

- **Medidas de prevenção:** Essas medidas visam evitar a geração de faíscas elétricas e descargas eletrostáticas.
- **Medidas de proteção:** Essas medidas visam proteger as pessoas e as instalações em caso de incêndio ou explosão.

#### Medidas de prevenção

As medidas de prevenção contra faíscas elétricas e descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo incluem:

- **Seleção de equipamentos adequados:** Os equipamentos elétricos e mecânicos utilizados em áreas classificadas devem ser projetados e fabricados de acordo com as normas internacionais de controle de atmosferas explosivas.
- **Instalação adequada:** Os equipamentos elétricos e mecânicos utilizados em áreas classificadas devem ser instalados de acordo com as normas e procedimentos de segurança.
- **Manutenção adequada:** Os equipamentos elétricos e mecânicos utilizados em áreas classificadas devem ser mantidos em boas condições de funcionamento.
- **Treinamento de trabalhadores:** Os trabalhadores que trabalham em áreas classificadas devem ser treinados sobre os riscos associados e sobre as medidas de segurança a serem tomadas.

## Medidas de proteção

As medidas de proteção contra faíscas elétricas e descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo incluem:

- **Sistemas de detecção de gases:** Os sistemas de detecção de gases são usados para detectar a presença de gases inflamáveis ou tóxicos.
- **Sistemas de extinção de incêndios:** Os sistemas de extinção de incêndios são projetados para extinguir incêndios.
- **Sistemas de ventilação:** Os sistemas de ventilação são usados para remover gases inflamáveis ou tóxicos de áreas classificadas.
- **Equipamentos de proteção individual (EPI):** Os trabalhadores que trabalham em áreas classificadas devem usar EPI adequado para proteger-se contra os riscos de incêndios e explosões.

A implementação de medidas de proteção contra faíscas elétricas e descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo é essencial para garantir a segurança de pessoas e instalações.

Uma das normas técnicas amplamente reconhecidas e utilizadas nesse contexto é a **ABNT NBR IEC 60079-14**: Atmosferas explosivas - Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas. Essa norma estabelece os requisitos para o projeto, seleção e montagem seguros de instalações elétricas em áreas classificadas, incluindo diretrizes específicas para prevenção de faíscas elétricas.

Para controlar as faíscas elétricas e as descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo, as seguintes medidas de proteção podem ser implementadas:

1. **Aterramento adequado:** O aterramento adequado dos equipamentos elétricos e das estruturas da plataforma é essencial para evitar o acúmulo de carga estática e descargas eletrostáticas. Isso envolve a conexão segura dos equipamentos a sistemas de aterramento apropriados, de acordo com as normas técnicas e regulamentações aplicáveis.
2. **Blindagem de cabos:** Os cabos elétricos utilizados em áreas classificadas devem ser projetados e blindados para minimizar o risco de faíscas elétricas. A utilização de cabos devidamente isolados e protegidos ajuda a prevenir o vazamento de corrente elétrica e a formação de faíscas.
3. **Dispositivos à prova de explosão:** Equipamentos elétricos, como interruptores, tomadas, disjuntores e luminárias, devem ser projetados e certificados como dispositivos à prova de explosão. Esses dispositivos são construídos para evitar a geração de faíscas e descargas elétricas que possam inflamar atmosferas explosivas.

Além dessas medidas, é importante implementar treinamentos adequados para os trabalhadores, para que eles tenham conhecimento sobre os riscos associados à eletricidade em áreas classificadas e saibam como operar os equipamentos de forma segura.

Além da **ABNT NBR IEC 60079-14**, existem outras normas técnicas relevantes que podem ser aplicadas para a proteção contra faíscas elétricas e descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo. Algumas delas incluem:

1. **ABNT NBR IEC 60079-10-1**: Atmosferas explosivas - Parte 10-1: Classificação de áreas - Atmosferas explosivas de gases inflamáveis: Essa norma estabelece os critérios para a classificação de áreas onde atmosferas explosivas de gases inflamáveis podem estar presentes. Ela fornece diretrizes para a seleção e instalação adequada de equipamentos elétricos nessas áreas.
2. **ABNT NBR IEC 60079-0**: Atmosferas explosivas - Parte 0: Equipamentos - Requisitos gerais: Essa norma estabelece os requisitos gerais para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. Ela abrange aspectos como a construção, marcação, seleção, instalação e manutenção de equipamentos elétricos à prova de explosão.
3. **ABNT NBR IEC 60079-32-1**: Atmosferas explosivas - Parte 32-1: Eletrostática - Riscos de incêndio por eletricidade estática: Essa norma trata especificamente dos riscos de incêndio causados pela eletricidade estática em atmosferas explosivas. Ela fornece orientações para a prevenção e controle dos riscos de incêndio relacionados à eletricidade estática em instalações industriais, incluindo plataformas de petróleo.
4. **ABNT NBR IEC 60079-31**: Atmosferas explosivas - Parte 31: Proteção contra explosões por gases ou vapores inflamáveis - Controle de energia perigosa e trabalho seguro: Essa norma aborda a proteção contra explosões por gases ou vapores inflamáveis e incluem diretrizes para o controle de energia perigosa em instalações elétricas, bem como para a realização de trabalhos seguros em áreas classificadas.

Essas normas técnicas são aplicáveis para orientar e garantir a implementação de medidas de proteção contra faíscas elétricas e descargas eletrostáticas em plataformas de prospecção de petróleo.

Algumas das principais normas internacionais são:

1. **IEC 60079-14**: Atmosferas explosivas - Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas: Esta norma estabelece os requisitos para o projeto, seleção e montagem de instalações elétricas seguras em áreas classificadas, incluindo diretrizes específicas para prevenção de faíscas elétricas.
2. **IEC 60079-10-1**: Atmosferas explosivas - Parte 10-1: Classificação de áreas - Atmosferas explosivas de gases inflamáveis: Essa norma define os critérios para a classificação de áreas onde atmosferas explosivas de gases inflamáveis podem estar presentes. Ela fornece diretrizes para a seleção e instalação adequada de equipamentos elétricos nessas áreas.
3. **IEC 60079-0**: Atmosferas explosivas - Parte 0: Equipamentos - Requisitos gerais: Essa norma estabelece os requisitos gerais para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas, incluindo diretrizes para sua construção, marcação, seleção, instalação e manutenção.
4. **IEC 60079-32-1**: Atmosferas explosivas - Parte 32-1: Eletrostática - Riscos de incêndio por eletricidade estática: Essa norma trata dos riscos de incêndio causados pela eletricidade estática em atmosferas explosivas. Ela fornece orientações para a prevenção e controle dos

riscos de incêndio relacionados à eletricidade estática em instalações industriais, incluindo plataformas de petróleo.

5. **IEC 60079-11**: Atmosferas explosivas - Parte 11: Equipamentos de proteção intrínseca "i": Esta norma estabelece os requisitos para o projeto, construção e teste de equipamentos de proteção intrínseca "i". Esses equipamentos são projetados para operar com correntes e tensões limitadas, reduzindo o risco de faíscas elétricas em ambientes explosivos.
6. **IEC 60079-18**: Atmosferas explosivas - Parte 18: Equipamentos elétricos com encapsulamento de segurança "s": Essa norma trata dos requisitos para o projeto, construção e teste de equipamentos elétricos com encapsulamento de segurança "s". Esses equipamentos são projetados para evitar a ignição de atmosferas explosivas, incluindo a prevenção de faíscas elétricas.
7. **IEC 60079-25**: Atmosferas explosivas - Parte 25: Sistemas de instrumentação e controle elétricos: Essa norma aborda os requisitos para o projeto, instalação, inspeção e manutenção de sistemas de instrumentação e controle elétricos em áreas classificadas. Ela inclui diretrizes para a prevenção de faíscas elétricas e outros riscos relacionados.
8. **IEC 60092-502**: Instalações elétricas a bordo de navios - Parte 502: Atmosferas explosivas - Proteção por barreiras: Esta norma é específica para instalações elétricas a bordo de navios, mas também pode ser aplicada a outros ambientes marítimos. Ela trata da proteção contra atmosferas explosivas através do uso de barreiras, incluindo a prevenção de faíscas elétricas.
9. **API 500**: Equipamentos elétricos para utilização em atmosferas explosivas
10. **API 505**: Equipamentos elétricos para utilização em atmosferas explosivas - Requisito para equipamentos de iluminação
11. **API 520**: Equipamentos elétricos para utilização em atmosferas explosivas - Requisito para equipamentos de controle

Em ambientes marítimos, existem normas específicas que abordam a prevenção de faíscas elétricas e outros riscos relacionados. Algumas das normas relevantes são:

1. **IEC 60092-502**: Instalações elétricas a bordo de navios - Parte 502: Atmosferas explosivas - Proteção por barreiras: Esta norma estabelece os requisitos para a proteção contra atmosferas explosivas em instalações elétricas a bordo de navios. Ela aborda o uso de barreiras para prevenir a ignição de gases inflamáveis e vapores, incluindo a prevenção de faíscas elétricas.
2. **IEC 60092-504**: Instalações elétricas a bordo de navios - Parte 504: Seleção e instalação de equipamentos: Essa norma trata da seleção e instalação de equipamentos elétricos em navios e outras embarcações. Ela inclui diretrizes específicas para a prevenção de faíscas elétricas e outros riscos associados às atmosferas explosivas presentes em ambientes marítimos.
3. **IEC 60092-505**: Instalações elétricas a bordo de navios - Parte 505: Requisitos para aterramento e ligações equipotenciais em navios: Esta norma estabelece os requisitos para o aterramento e as ligações equipotenciais em instalações elétricas a bordo de navios. O aterramento adequado é essencial para evitar o acúmulo de cargas eletrostáticas, reduzindo o risco de faíscas elétricas.
4. **IEC 61892-7**: Instalações elétricas em plataformas fixas marítimas - Parte 7: Equipamentos de proteção intrínseca "i": Essa norma trata dos requisitos para equipamentos de proteção

intrínseca "i" em instalações elétricas em plataformas fixas marítimas. Esses equipamentos são projetados para operar com correntes e tensões limitadas, minimizando o risco de faíscas elétricas em ambientes com atmosferas explosivas.

Essas normas são importantes para garantir a segurança elétrica em ambientes marítimos, incluindo a prevenção de faíscas elétricas.

## **5. MEDIDAS DE PROTEÇÃO ESPECÍFICAS PARA PLATAFORMAS DE PROSPECÇÃO DE PETRÓLEO**

### **5.1 Sistemas de Ventilação de Emergência**

Os sistemas de ventilação de emergência são projetados para desempenhar um papel crítico na segurança das plataformas de prospecção de petróleo, permitindo a rápida remoção de atmosferas explosivas em situações de vazamento de gases ou vapores inflamáveis. Esses sistemas são projetados para garantir a renovação adequada do ar e a diluição eficaz de substâncias perigosas, reduzindo assim significativamente o risco de explosão e os danos associados a ela.

Para garantir a eficácia dos sistemas de ventilação de emergência em plataformas de prospecção de petróleo, é necessário seguir as normas técnicas pertinentes. Uma norma amplamente reconhecida é a **API RP 14C**, "Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms". Esta norma fornece diretrizes abrangentes para o projeto, instalação, teste e análise de sistemas de segurança básicos em plataformas de produção offshore, incluindo sistemas de ventilação de emergência.

A **API RP 14C** estabelece requisitos específicos para os sistemas de ventilação de emergência, incluindo a capacidade de remover rapidamente as atmosferas explosivas. Esses sistemas devem ser projetados para garantir a taxa de ventilação adequada e a diluição eficiente dos gases inflamáveis. A norma também aborda aspectos como a localização e o dimensionamento adequados das aberturas de ventilação, o controle de fluxo de ar e a integração com outros sistemas de segurança.

Além da **API RP 14C**, outras normas e regulamentos podem ser aplicáveis, dependendo da localização geográfica da plataforma e das regulamentações específicas do país ou região. Por exemplo, para plataformas offshore no Brasil, a Norma Regulamentadora **NR-37**, do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece requisitos para a proteção contra incêndios em plataformas de petróleo.

É importante ressaltar que a aplicação correta das normas técnicas é fundamental para garantir a segurança e a conformidade dos sistemas de ventilação de emergência em plataformas de prospecção de petróleo. Engenheiros especializados em segurança offshore e profissionais qualificados devem ser envolvidos no projeto, instalação, manutenção e teste desses sistemas, garantindo que eles atendam aos requisitos normativos e ofereçam a proteção adequada para os trabalhadores e as operações na plataforma.

Além da **API RP 14C**, existem outras normas relevantes para os sistemas de ventilação de emergência em plataformas de prospecção de petróleo. Algumas delas incluem:

1. **NFPA 30**: Flammable and Combustible Liquids Code: Esta norma, emitida pela National Fire Protection Association (NFPA), aborda a segurança no manuseio, armazenamento e uso de líquidos inflamáveis e combustíveis. Embora não seja específica para plataformas de prospecção de petróleo, a NFPA 30 fornece diretrizes para a ventilação adequada de áreas onde líquidos inflamáveis estão presentes, o que pode ser relevante para sistemas de ventilação de emergência.
2. **IMO MSC/Circ. 677**: Guidelines for the Design, Operation, and Maintenance of Ventilation Systems for Tankers: Emitida pela International Maritime Organization (IMO), essa circular fornece diretrizes específicas para o projeto, operação e manutenção de sistemas de ventilação em navios-tanque que transportam substâncias perigosas, incluindo petróleo e derivados. Embora seja direcionada a navios-tanque, algumas orientações podem ser aplicáveis a plataformas de prospecção offshore.
3. **ISO 14520**: Gaseous Fire-Extinguishing Systems: Esta norma internacional aborda os requisitos para sistemas de extinção de incêndios com agentes gasosos. Embora não seja exclusivamente voltada para sistemas de ventilação de emergência, ela aborda aspectos relacionados à ventilação e ao controle de gases durante operações de combate a incêndios, o que pode ser relevante para plataformas de prospecção de petróleo.
4. **NORSOK S-001**: Technical Safety: Esta norma norueguesa estabelece requisitos técnicos para a segurança em instalações offshore, incluindo plataformas de petróleo e gás. Embora não seja exclusivamente focada em sistemas de ventilação de emergência, a NORSOK S-001 aborda aspectos relacionados à ventilação e controle de gases, bem como à proteção contra explosões.
5. **API RP 14E**: Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems: Esta norma fornece diretrizes para o projeto de sistemas de ventilação, incluindo a seleção adequada de equipamentos, o dimensionamento de aberturas de ventilação, a distribuição do fluxo de ar e a mitigação de riscos associados a atmosferas explosivas. Embora essa norma não seja exclusivamente voltada para a ventilação de emergência, ela aborda aspectos relacionados ao projeto e à instalação de sistemas de ventilação em plataformas de produção offshore.
6. **ANP nº 43/2007**: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis emite regulamentações específicas para atividades offshore, incluindo a Resolução ANP nº 43/2007, que estabelece requisitos mínimos de segurança para instalações de exploração e produção de petróleo e gás.

É importante consultar as normas e regulamentos aplicáveis ao contexto específico da plataforma de prospecção de petróleo e garantir que os sistemas de ventilação de emergência estejam em conformidade com essas diretrizes.

### 5.1.1 Equipamentos utilizados nos Sistemas de Ventilação de Emergência

Existem vários equipamentos utilizados nos sistemas de ventilação de emergência, projetados para promover a renovação rápida do ar e a remoção eficiente de substâncias perigosas. Alguns dos principais equipamentos incluem:

1. **Ventiladores de exaustão:** Os ventiladores de exaustão são usados para extrair o ar viciado, fumos, gases e vapores inflamáveis ou tóxicos de áreas contaminadas. Esses ventiladores são projetados para criar um fluxo de ar direcionado para fora das áreas afetadas, ajudando a remover contaminantes e melhorar a qualidade do ar.
2. **Ventiladores de insuflamento:** Os ventiladores de insuflamento são utilizados para fornecer ar fresco e limpo para áreas afetadas ou contaminadas. Esses ventiladores ajudam a diluir atmosferas explosivas ou tóxicas, promovendo a circulação adequada do ar e melhorando as condições de trabalho.
3. **Dampers ou comportas:** Dampers ou comportas são dispositivos ajustáveis instalados em dutos de ventilação para controlar o fluxo de ar. Eles podem ser utilizados para direcionar o fluxo de ar para áreas específicas, bloquear a entrada de ar contaminado ou controlar a pressão diferencial em sistemas de ventilação.
4. **Dutos e dutos flexíveis:** Os dutos ou tubulações são usados para transportar o ar entre os ventiladores, áreas contaminadas e áreas seguras. Esses dutos podem ser rígidos ou flexíveis, permitindo a instalação em locais de difícil acesso ou com layout complexo.
5. **Filtros de ar:** Os filtros de ar são componentes críticos dos sistemas de ventilação de emergência, projetados para remover partículas, poeira e contaminantes do ar. Esses filtros ajudam a proteger os trabalhadores e o equipamento contra a inalação de substâncias nocivas e contribuem para a melhoria da qualidade do ar.
6. **Sensores e detectores:** Sensores e detectores são dispositivos eletrônicos utilizados para monitorar a presença de substâncias inflamáveis, gases tóxicos ou baixos níveis de oxigênio. Esses dispositivos desempenham um papel crucial na detecção de condições perigosas e no acionamento automático dos sistemas de ventilação de emergência.

Esses são apenas alguns dos equipamentos comumente utilizados nos sistemas de ventilação de emergência. A seleção e o dimensionamento adequados desses equipamentos dependem dos requisitos específicos da plataforma, das características do ambiente e dos riscos envolvidos.

#### 5.1.1.1 Critérios para seleção e dimensionamento de Equipamentos nos Sistemas de Ventilação de Emergência

Os critérios para seleção e dimensionamento de equipamentos nos Sistemas de Ventilação de Emergência para uma plataforma de prospecção de petróleo são definidos pelas normas internacionais e nacionais aplicáveis, bem como pelas boas práticas de engenharia.

A seleção e dimensionamento dos equipamentos nos sistemas de ventilação de emergência são baseados em diversos critérios técnicos e regulatórios. Alguns dos principais critérios considerados incluem:

1. **Taxa de ventilação necessária:** A taxa de ventilação necessária é determinada pela quantidade de ar que deve ser movido para diluir ou remover contaminantes do ambiente. Ela é influenciada por fatores como o tamanho da área a ser ventilada, a natureza dos contaminantes presentes e os requisitos de qualidade do ar.
2. **Classificação de área:** A classificação de área define as zonas de risco em uma plataforma offshore, indicando a presença de gases inflamáveis ou substâncias explosivas. Os equipamentos de ventilação devem ser selecionados e instalados de acordo com as classificações de área para garantir que sejam intrinsecamente seguros e adequados para uso em ambientes potencialmente explosivos.
3. **Requisitos regulatórios:** Normas e regulamentações específicas devem ser seguidas ao selecionar e dimensionar os equipamentos de ventilação. Essas regulamentações podem variar de acordo com a localização geográfica da plataforma e podem incluir normas emitidas por órgãos reguladores, como a API (American Petroleum Institute), a NFPA (National Fire Protection Association) ou outras autoridades competentes.
4. **Características do ambiente:** As características do ambiente da plataforma offshore, como a temperatura, a umidade, a pressão e a presença de substâncias corrosivas, podem influenciar a seleção dos equipamentos. É importante escolher equipamentos que sejam adequados para as condições ambientais específicas e que possam funcionar de forma confiável em tais ambientes adversos.
5. **Eficiência energética:** A eficiência energética é um fator importante a ser considerado no dimensionamento dos equipamentos de ventilação. A seleção de equipamentos energeticamente eficientes pode ajudar a reduzir os custos operacionais e minimizar o consumo de energia.
6. **Manutenção e acessibilidade:** Os equipamentos selecionados devem ser de fácil acesso para manutenção e inspeção periódica. A disponibilidade de peças de reposição e a facilidade de manutenção são critérios importantes para garantir que os equipamentos possam ser mantidos em boas condições de funcionamento ao longo do tempo.

Esses critérios são apenas alguns dos aspectos a serem considerados ao selecionar e dimensionar os equipamentos nos sistemas de ventilação de emergência.

Aqui estão alguns exemplos de equipamentos que podem ser utilizados em Sistemas de Ventilação de Emergência para plataformas de prospecção de petróleo:

- **Ventiladores centrífugos:** Os ventiladores centrífugos são os mais utilizados em sistemas de ventilação de emergência. Eles são eficientes, resistentes e seguros para operação em atmosferas explosivas.
- **Ventiladores axiais:** Os ventiladores axiais são menos eficientes que os ventiladores centrífugos, mas são mais compactos e fáceis de instalar.
- **Ventiladores de exaustão:** Os ventiladores de exaustão são utilizados para remover a atmosfera explosiva da área.
- **Ventiladores de insuflação:** Os ventiladores de insuflação são utilizados para insuflar ar fresco na área.

## 5.2 Sistemas de Detecção e Extinção de Incêndios

A detecção precoce de uma atmosfera explosiva ou de um incêndio é crucial para a segurança em plataformas de prospecção de petróleo. A instalação de sistemas de detecção de gases combustíveis e calor, combinados com sistemas de extinção de incêndios automáticos, como sprinklers ou sistemas de supressão de agentes químicos, pode minimizar os danos causados por explosões e incêndios.

Os sistemas de detecção e extinção de incêndios são elementos essenciais para garantir a segurança e proteção contra incêndios em diversos tipos de instalações. Esses sistemas são projetados de acordo com normas técnicas específicas, que estabelecem diretrizes para o projeto, instalação, manutenção e operação adequados.

Os sistemas de detecção de incêndios em uma plataforma são divididos em dois tipos principais:

- **Detectores automáticos:** Os detectores automáticos são dispositivos que detectam a presença de fumaça, calor ou chamas.
- **Inspecções manuais:** As inspecções manuais são realizadas por trabalhadores que verificam visualmente se há sinais de incêndio.

Os detectores automáticos são os mais utilizados em plataformas de prospecção de petróleo. Eles são mais eficientes do que as inspecções manuais e podem detectar um incêndio mais cedo.

### 5.2.1 Diferenças entre os sistemas de extinção de incêndios com Agentes Limpos e os Sistemas de Sprinklers

Os sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos e os sistemas de sprinklers são duas abordagens distintas para a proteção contra incêndios, cada uma com suas características e aplicações específicas. Aqui estão algumas diferenças entre eles:

#### 1. Mecanismo de extinção de incêndio:

- **Sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos:** Esses sistemas utilizam agentes químicos ou gasosos, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agentes halogenados ou outros agentes extintores não aquosos. Esses agentes atuam através de diferentes mecanismos, como a redução do oxigênio disponível, a interrupção da reação em cadeia de combustão ou o resfriamento rápido.
- **Sistemas de sprinklers:** Os sistemas de sprinklers utilizam água como agente de extinção de incêndio. Quando um ou mais sprinklers são ativados pelo calor do incêndio, a água é liberada diretamente sobre a área afetada, resfriando a fonte de calor e controlando ou extinguindo o fogo.

#### 2. Aplicação:

- **Sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos:** Esses sistemas são frequentemente utilizados em espaços onde a água pode causar danos significativos, como salas de servidores, salas de controle eletrônico, laboratórios de pesquisa, arquivos de documentos sensíveis, entre outros. Eles são eficazes para proteger

equipamentos eletrônicos sensíveis e outros materiais que podem ser danificados pela água.

- **Sistemas de sprinklers:** Os sistemas de sprinklers são amplamente utilizados em edifícios comerciais, residenciais e industriais, onde a água é um agente de extinção de incêndio eficaz e econômico. Eles são projetados para proteger áreas grandes e possuem uma ampla gama de aplicações, desde ambientes de escritório até instalações industriais complexas.

### 3. Cobertura e alcance:

- **Sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos:** Esses sistemas normalmente são projetados para proteger áreas específicas ou volumes fechados. Eles são instalados em locais estratégicos, como salas elétricas ou armários de equipamentos, e seu alcance é limitado à área onde são instalados.
- **Sistemas de sprinklers:** Os sistemas de sprinklers são projetados para fornecer uma cobertura mais ampla de uma área, abrangendo um grande número de espaços em um edifício ou uma instalação. Eles são instalados em todo o espaço protegido, e cada sprinkler é projetado para cobrir uma área específica ao seu redor.

### 4. Tempo de resposta:

- **Sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos:** Esses sistemas geralmente possuem um tempo de resposta rápido, pois o agente extintor é liberado rapidamente após a detecção de um incêndio. Isso contribui para uma supressão rápida do fogo e reduz o risco de danos significativos aos equipamentos ou materiais protegidos.
- **Sistemas de sprinklers:** Os sistemas de sprinklers são projetados para responder automaticamente ao calor do incêndio. Cada sprinkler é ativado individualmente somente quando a temperatura ao seu redor atinge um nível predeterminado. O tempo de resposta pode variar dependendo da localização do incêndio e da ativação dos sprinklers.

É importante considerar as características específicas do ambiente e as necessidades de proteção ao selecionar entre sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos e sistemas de sprinklers.

Ao escolher um agente químico para um sistema de extinção de incêndios, é importante levar em consideração os riscos específicos de incêndio associados ao ambiente em questão. Alguns dos principais riscos a serem considerados são:

1. **Tipo de combustível:** O tipo de material combustível presente no local é um fator crítico na escolha do agente químico. Alguns materiais, como líquidos inflamáveis ou gases, exigem agentes químicos específicos que possam interromper a reação de combustão. Outros materiais, como sólidos combustíveis, podem exigir agentes que atuem através do resfriamento rápido.
2. **Sensibilidade ao calor:** Alguns equipamentos ou materiais são sensíveis ao calor e podem ser danificados pela água ou por agentes químicos que geram altas temperaturas. Nesses casos, é importante escolher agentes químicos que não causem danos adicionais durante a extinção do incêndio.

3. **Impacto ambiental:** A consideração do impacto ambiental é fundamental na escolha de um agente químico. Alguns agentes, como os halocarbonetos, foram banidos ou restritos devido ao seu potencial de esgotamento da camada de ozônio. É importante escolher agentes químicos que sejam ambientalmente seguros e estejam em conformidade com as regulamentações locais e internacionais.
4. **Requerimentos de limpeza e tempo de inatividade:** Em certos ambientes, a limpeza pós-incêndio e o tempo de inatividade são fatores críticos. Alguns agentes químicos podem deixar resíduos ou exigir uma limpeza mais extensa após a extinção do incêndio. Nesses casos, pode ser necessário considerar agentes que não deixem resíduos ou que possam ser facilmente removidos.
5. **Segurança pessoal:** A segurança das pessoas presentes no ambiente também é um fator importante. Alguns agentes químicos podem ser prejudiciais à saúde humana em altas concentrações. É essencial avaliar os potenciais efeitos adversos à saúde e garantir que as pessoas possam evacuar com segurança antes que o agente químico seja liberado.
6. **Regulamentações locais e normas técnicas:** É fundamental verificar as regulamentações locais e as normas técnicas aplicáveis ao ambiente em questão. Elas podem fornecer diretrizes específicas sobre os tipos de agentes químicos permitidos, exigências de projeto e instalação, bem como requisitos de manutenção.

Existem diferentes agentes químicos utilizados nos sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos, cada um com suas características e aplicações específicas. Os principais agentes químicos utilizados são:

1. **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** O dióxido de carbono é um agente químico amplamente utilizado em sistemas de extinção de incêndios. Ele atua reduzindo a concentração de oxigênio no ambiente, inibindo assim a combustão. O CO<sub>2</sub> é especialmente adequado para proteção de áreas elétricas, como salas de servidores, onde a presença de água é indesejada.
2. **Agentes halogenados:** Os agentes halogenados, como o halon e os halocarbonetos, são compostos químicos que atuam interrompendo a reação em cadeia da combustão. Eles são eficazes na extinção de incêndios em áreas onde a preservação de equipamentos e materiais sensíveis é crítica, como salas de controle eletrônico, laboratórios, museus e arquivos de documentos. No entanto, muitos agentes halogenados foram banidos ou restritos devido ao seu potencial de impacto ambiental negativo, devido à sua contribuição para o esgotamento da camada de ozônio.
3. **Agentes inertes:** Alguns agentes químicos utilizados são inertes, o que significa que não reagem quimicamente com o fogo. Exemplos de agentes inertes incluem o argônio, nitrogênio e misturas de gases inertes. Esses agentes atuam reduzindo a concentração de oxigênio no ambiente, suprimindo assim a combustão. Os agentes inertes são frequentemente usados em locais onde a presença de água ou resíduos é indesejada, como salas de servidores, laboratórios, museus e arquivos.
4. **Agentes químicos especiais:** Além dos agentes mencionados acima, existem outros agentes químicos específicos utilizados em aplicações mais especializadas. Por exemplo, o aerosol de partículas sólidas (SAP) é um agente que utiliza partículas finas de pó químico para extinguir

incêndios. É utilizado em aplicações como salas de máquinas, geradores e transformadores elétricos.

É importante ressaltar que a escolha do agente químico adequado depende das características do ambiente, dos materiais a serem protegidos, dos riscos específicos de incêndio e das regulamentações locais.

Algumas das normas mais relevantes para sistemas de detecção e extinção de incêndios são:

1. **NFPA 72:** National Fire Alarm and Signaling Code A NFPA 72 é uma norma amplamente utilizada para sistemas de alarme de incêndio. Ela aborda aspectos como a seleção e instalação de detectores de incêndio, requisitos de fiação, equipamentos de controle e sinalização, testes e inspeções periódicas, além de requisitos para planos de resposta a emergências.
2. **NFPA 13:** Standard for the Installation of Sprinkler Systems A NFPA 13 é uma norma que trata de sistemas de sprinklers, que são dispositivos de extinção de incêndios por meio de água. Essa norma estabelece critérios para o projeto e instalação de sistemas de sprinklers, incluindo requisitos de layout, dimensionamento de tubulações, tipos de sprinklers, válvulas e bombas, além de orientações para testes e manutenção.
3. **NFPA 2001:** Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems A NFPA 2001 é uma norma que aborda sistemas de extinção de incêndios com agentes limpos, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agentes halogenados, como o halon ou halocarbonetos, e outros agentes extintores não aquosos. Essa norma trata de requisitos de projeto, instalação, teste, manutenção e segurança para esses sistemas.
4. **EN 54:** Fire detection and fire alarm systems A EN 54 é uma série de normas europeias que abrange sistemas de detecção e alarme de incêndio. Essas normas tratam de requisitos técnicos para detectores de incêndio, centrais de alarme, dispositivos de notificação, sistemas de comunicação, além de orientações para instalação, manutenção e testes.
5. **FM Global Data Sheets:** A FM Global é uma organização especializada em segurança contra incêndios e riscos industriais, e suas Data Sheets fornecem orientações técnicas abrangentes para uma variedade de sistemas e equipamentos de proteção contra incêndios. Essas folhas de dados abordam aspectos como sistemas de detecção e alarme de incêndio, sistemas de sprinklers, sistemas de supressão de incêndio, proteção de equipamentos elétricos, entre outros.

Essas normas fornecem diretrizes técnicas fundamentais para o projeto, instalação e manutenção adequados dos sistemas de detecção e extinção de incêndios. É importante consultar as normas específicas aplicáveis ao contexto local e garantir que os sistemas sejam projetados e implementados de acordo com essas diretrizes, a fim de garantir a eficácia e confiabilidade na proteção contra incêndios.

### 5.3 Sistemas de Aterramento

Os sistemas de aterramento desempenham um papel crucial na plataforma de prospecção de petróleo, onde a segurança elétrica é de extrema importância. Esses sistemas são projetados para eliminar ou controlar o acúmulo de cargas elétricas estáticas em equipamentos e estruturas, reduzindo assim o risco de ocorrência de descargas eletrostáticas que poderiam causar ignição em áreas classificadas.

Nesse contexto, os sistemas de aterramento são dimensionados e instalados de acordo com as normas técnicas e regulamentações específicas para plataformas de petróleo. Eles consistem em uma combinação de condutores, eletrodos e sistemas de referência à terra, projetados para estabelecer uma conexão segura com o solo.

O objetivo principal desses sistemas é fornecer um caminho de baixa resistência para a corrente elétrica, permitindo que as cargas estáticas se dissipem em direção à terra. Isso impede o acúmulo de cargas elétricas em equipamentos e estruturas, minimizando o risco de descargas eletrostáticas perigosas.

Ao projetar e implementar sistemas de aterramento para plataformas de prospecção de petróleo, é essencial considerar diversos fatores técnicos, como o ambiente corrosivo e as características específicas do local. Além disso, é importante garantir que os sistemas de aterramento sejam inspecionados e mantidos regularmente, para assegurar sua eficácia contínua.

Os sistemas de aterramento são particularmente críticos em áreas classificadas em plataformas de petróleo, onde a presença de atmosferas explosivas é uma preocupação constante. Ao eliminar ou controlar o acúmulo de cargas elétricas estáticas, esses sistemas contribuem para a mitigação de riscos de incêndios e explosões, garantindo a segurança operacional.

É fundamental que os sistemas de aterramento sejam projetados, instalados e mantidos por profissionais especializados em conformidade com as normas técnicas, regulamentações e diretrizes específicas para plataformas de prospecção de petróleo.

Ao projetar sistemas de aterramento para uma plataforma de prospecção de petróleo, além dos fatores técnicos gerais mencionados anteriormente, existem alguns aspectos específicos que devem ser considerados. Abaixo estão os principais fatores técnicos a serem levados em conta nesse contexto:

1. **Ambiente corrosivo:** As plataformas de prospecção de petróleo estão expostas a ambientes altamente corrosivos, como a presença de água salgada e substâncias químicas. Portanto, é fundamental selecionar materiais de aterramento resistentes à corrosão, como cobre revestido com estanho ou aço inoxidável, para garantir a durabilidade e a integridade do sistema de aterramento.
2. **Atmosferas explosivas:** As plataformas de petróleo são áreas classificadas, onde a presença de atmosferas explosivas é uma preocupação constante. Nesse caso, o sistema de aterramento

deve ser projetado para reduzir o risco de ignição devido a descargas eletrostáticas. É necessário garantir que a resistência de terra seja suficiente para dissipar as cargas elétricas e que os condutores e eletrodos sejam dimensionados adequadamente para lidar com as correntes de falta que possam ocorrer.

3. **Sistemas de proteção contra raios:** Além do sistema de aterramento, as plataformas de petróleo requerem sistemas adequados de proteção contra raios para minimizar o risco de danos causados por descargas atmosféricas. O sistema de aterramento deve ser integrado ao sistema de proteção contra raios, garantindo uma adequada dissipação da corrente de raio para a terra.
4. **Crítérios de projeto específicos:** Existem critérios de projeto específicos para plataformas de prospecção de petróleo, como normas e regulamentações da indústria offshore. É importante seguir esses critérios para garantir a conformidade e a segurança do sistema de aterramento. Isso pode incluir requisitos de dimensionamento, critérios de tolerância de resistência de terra, métodos de instalação e diretrizes para manutenção.
5. **Proteção pessoal:** Devido aos riscos envolvidos em plataformas de petróleo, a proteção pessoal dos trabalhadores é uma consideração essencial. O sistema de aterramento deve ser projetado para evitar que os trabalhadores sejam expostos a tensões perigosas ou a riscos de choque elétrico. Isso pode ser alcançado por meio do uso de sistemas de isolamento adequados e de práticas de trabalho seguras.

### 5.3.1 Materiais mais comumente usados para Sistemas de Aterramento em Ambientes Corrosivos

Em ambientes corrosivos, como em plataformas de prospecção de petróleo, são utilizados materiais resistentes à corrosão para os sistemas de aterramento. Alguns dos materiais mais comumente usados são:

1. Cobre revestido com estanho: O cobre é um material amplamente utilizado devido à sua alta condutividade elétrica. Para aumentar a resistência à corrosão, é comum aplicar um revestimento de estanho sobre os condutores de cobre. Essa combinação de cobre revestido com estanho oferece boa resistência à corrosão em ambientes agressivos.
2. Aço inoxidável: O aço inoxidável é uma escolha popular em ambientes corrosivos devido à sua resistência à oxidação e corrosão. É uma opção durável e resistente, capaz de suportar as condições adversas encontradas em plataformas de petróleo.
3. Ligas de cobre-níquel: As ligas de cobre-níquel, como Cuproníquel (CuNi), oferecem excelente resistência à corrosão marinha. Essas ligas são altamente resistentes à ação da água salgada e a ambientes agressivos, tornando-as adequadas para uso em sistemas de aterramento em plataformas de prospecção de petróleo.
4. Alumínio revestido com zinco: O alumínio revestido com zinco, também conhecido como galvanização a quente, é frequentemente utilizado em ambientes corrosivos. A camada de zinco oferece proteção contra a corrosão, tornando-o uma opção viável para componentes de sistemas de aterramento.

Além desses materiais, revestimentos e tratamentos adicionais, como pinturas epóxi ou poliéster, também podem ser aplicados para fornecer camadas protetoras adicionais e aumentar a resistência à corrosão dos componentes do sistema de aterramento.

A seleção do material dependerá das características específicas do ambiente corrosivo, das normas e regulamentações aplicáveis e dos requisitos de projeto.

As normas e regulamentações aplicáveis para sistemas de aterramento em plataformas de petróleo podem variar dependendo do país e da região específica em que a plataforma está localizada. No entanto, existem algumas normas e diretrizes amplamente reconhecidas que podem ser consideradas como referência na indústria offshore. Algumas das normas e regulamentações relevantes incluem:

1. **API RP 14F:** Esta é uma recomendação da American Petroleum Institute (API) que fornece diretrizes para o projeto, instalação e manutenção de sistemas elétricos em áreas classificadas offshore. O documento aborda vários aspectos, incluindo aterramento e proteção contra raios.
2. **IEC 60079:** Esta é uma série de normas internacionais publicadas pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) que tratam da segurança elétrica em atmosferas explosivas. A parte 14 da série (IEC 60079-14) especifica os requisitos para a instalação de sistemas elétricos em áreas classificadas.
3. **NORSOK standards:** A NORSOK é uma iniciativa da indústria petrolífera norueguesa que desenvolve normas técnicas para a indústria offshore. As normas NORSOK abordam várias áreas, incluindo sistemas elétricos e aterramento em plataformas de petróleo.
4. **ABS Rules for Building and Classing Offshore Installations:** O American Bureau of Shipping (ABS) possui regras específicas para a construção e classificação de instalações offshore. Essas regras abrangem uma ampla gama de aspectos técnicos, incluindo sistemas elétricos e aterramento.
5. **Normas e regulamentações nacionais:** Além das normas internacionais, as plataformas de petróleo devem cumprir as normas e regulamentações nacionais do país onde estão localizadas. Por exemplo, nos Estados Unidos, podem ser aplicáveis as normas do Occupational Safety and Health Administration (OSHA) e da National Electrical Code (NEC).
6. **API RP 15C:** Esta é uma recomendação da American Petroleum Institute (API) que fornece diretrizes sobre Sistemas de aterramento para plataformas de petróleo e gás.

É importante destacar que as normas e regulamentações aplicáveis podem ser atualizadas e variar dependendo do local e do contexto específico. Recomenda-se consultar especialistas em engenharia elétrica, bem como as autoridades reguladoras e os órgãos de certificação relevantes, para obter informações atualizadas sobre as normas e regulamentações específicas que se aplicam a uma plataforma de petróleo em particular.

## 5.4 Sistemas de Proteção contra Faíscas

Os sistemas de proteção contra faíscas são implementados para prevenir a ocorrência de faíscas elétricas em áreas onde a presença de gases inflamáveis é possível. Isso pode incluir o uso de dispositivos de supressão de faíscas, isolamento adequado de equipamentos elétricos e a seleção de materiais antiestáticos.

Em plataformas de prospecção de petróleo, o risco de incêndios e explosões causados por faíscas elétricas e descargas eletrostáticas é alto, pois essas plataformas operam em ambientes com atmosferas explosivas. A implementação de medidas de proteção contra faíscas elétricas e descargas eletrostáticas é essencial para garantir a segurança de pessoas e instalações.

Existem várias medidas de proteção específicas que podem ser adotadas para prevenir a ocorrência de faíscas elétricas em áreas classificadas ou perigosas. Algumas delas incluem:

1. **Seleção de equipamentos à prova de explosão:** Utilize equipamentos elétricos e eletrônicos projetados especificamente para uso em atmosferas explosivas. Esses equipamentos são construídos com materiais que minimizam o risco de faíscas elétricas e são testados e certificados para garantir sua segurança.
2. **Aterramento adequado:** Implemente sistemas de aterramento eficazes para eliminar ou controlar o acúmulo de cargas elétricas estáticas. O aterramento adequado garante que as cargas sejam dissipadas de forma segura, reduzindo o risco de faíscas.
3. **Isolamento de equipamentos e cabos:** Utilize materiais isolantes adequados para proteger equipamentos e cabos elétricos contra a propagação de faíscas. Isolamentos apropriados ajudam a evitar o contato direto entre condutores elétricos e substâncias inflamáveis.
4. **Supressão de faíscas:** Instale dispositivos de supressão de faíscas em equipamentos elétricos críticos. Esses dispositivos são projetados para detectar e extinguir rapidamente qualquer faísca elétrica que possa ocorrer, evitando assim a ignição de atmosferas explosivas.
5. **Controle de energia:** Implemente sistemas de controle de energia que minimizem o risco de faíscas elétricas. Isso pode incluir o uso de dispositivos de partida e parada suaves, limitadores de corrente e sistemas de proteção contra curto-circuito.
6. **Manutenção regular:** Realize inspeções e manutenções regulares em equipamentos elétricos para garantir seu bom funcionamento e identificar qualquer problema potencial que possa levar à ocorrência de faíscas elétricas. Substitua ou repare imediatamente qualquer equipamento com defeito.
7. **Treinamento e conscientização:** Forneça treinamento adequado aos funcionários para que eles entendam os riscos associados às faíscas elétricas e saibam como tomar as medidas de segurança apropriadas. A conscientização sobre os perigos das faíscas elétricas e a importância de seguir as práticas seguras de trabalho são essenciais para prevenir acidentes.

Existem várias normas e diretrizes aplicáveis para a prevenção de faíscas elétricas, dependendo do país e da indústria específica. Algumas das normas internacionais amplamente reconhecidas e adotadas incluem:

1. Normas da International Electrotechnical Commission (IEC):
  - **IEC 60079**: Esta norma estabelece os requisitos para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. Ela abrange aspectos como construção, ensaios, marcação e documentação técnica de equipamentos à prova de explosão.
2. Normas da National Fire Protection Association (NFPA):
  - **NFPA 70**: Conhecida como National Electrical Code (NEC) nos Estados Unidos, esta norma estabelece requisitos para instalações elétricas seguras. Ela inclui disposições relacionadas à prevenção de faíscas elétricas e proteção contraexplosões em áreas classificadas.
3. Diretiva ATEX:
  - **ATEX** (Atmosphères Explosibles) é uma diretiva da União Europeia que estabelece os requisitos para a proteção contraexplosões em áreas que possuem riscos de atmosferas explosivas. A diretiva ATEX inclui padrões técnicos e requisitos para equipamentos, sistemas de proteção e procedimentos operacionais.
4. Normas da Occupational Safety and Health Administration (OSHA):
  - Nos Estados Unidos, a OSHA estabelece regulamentos e diretrizes para a segurança e saúde ocupacional. Os regulamentos da OSHA relacionados à eletricidade e prevenção de faíscas elétricas podem ser encontrados no **29 CFR 1910**, Subparte S.

Além dessas normas internacionais, muitos países têm suas próprias regulamentações e padrões específicos para a prevenção de faíscas elétricas, que devem ser seguidos. É importante consultar as autoridades reguladoras locais e especialistas em segurança elétrica para garantir a conformidade com as normas e diretrizes aplicáveis ao seu setor e localização específicos.

Existem diferentes tipos de equipamentos utilizados para a supressão de faíscas, cada um com sua própria aplicação e funcionamento.

Os tipos de equipamentos utilizados para a supressão de faíscas em uma plataforma de petróleo incluem:

- **Equipamentos de proteção de superfície**: Esses equipamentos são projetados para proteger superfícies que podem gerar faíscas, como ferramentas e equipamentos elétricos. Os equipamentos de proteção de superfície incluem:
  - **Protetores contra faíscas**: Os protetores contra faíscas são dispositivos que cobrem superfícies que podem gerar faíscas, como ferramentas e equipamentos elétricos. Os protetores contra faíscas podem ser feitos de materiais diferentes, como aço inoxidável, alumínio ou plástico.
  - **Equipamentos antiestáticos**: Os equipamentos antiestáticos são projetados para evitar o acúmulo de cargas elétricas, que podem causar descargas eletrostáticas. Os equipamentos antiestáticos incluem:
    - **Roupas antiestáticas**: As roupas antiestáticas são feitas de materiais que não acumulam cargas elétricas.
    - **Sapatos antiestáticos**: Os sapatos antiestáticos são feitos de materiais que não acumulam cargas elétricas.

- **Materiais antiestáticos:** Os materiais antiestáticos são projetados para evitar o acúmulo de cargas elétricas.
- **Equipamentos de supressão de faíscas:** Esses equipamentos são projetados para suprimir faíscas que já foram geradas. Os equipamentos de supressão de faíscas incluem:
  - **Extintores de incêndio:** Os extintores de incêndio são projetados para extinguir incêndios. Os extintores de incêndio devem ser adequados para o tipo de incêndio que pode ocorrer na plataforma.
  - **Sistemas de detecção e extinção de incêndios:** Os sistemas de detecção e extinção de incêndios são projetados para detectar e extinguir incêndios rapidamente. Os sistemas de detecção e extinção de incêndios incluem detectores de fumaça, calor e chamas, bem como sistemas de extinção de incêndios.
- **Equipamentos de ventilação:** Os equipamentos de ventilação são projetados para remover gases inflamáveis ou tóxicos de áreas classificadas. Os equipamentos de ventilação incluem ventiladores e exaustores.

A seleção do tipo de equipamento de supressão de faíscas a ser utilizado em uma plataforma de petróleo deve ser feita de acordo com os riscos específicos da plataforma. A instalação e manutenção dos equipamentos de supressão de faíscas devem ser realizadas de acordo com as recomendações do fabricante.

Alguns dos principais tipos de equipamentos para supressão de faíscas elétricas são:

1. **Chaves eletromecânicas:** Essas chaves são projetadas para interromper rapidamente a corrente elétrica em caso de faíscas. Elas podem ser ativadas por diferentes mecanismos, como detecção de corrente, detecção de arco elétrico, detecção de alta temperatura ou detecção de luz ultravioleta gerada pela faísca. Quando uma faísca é detectada, a chave é acionada, interrompendo a corrente elétrica e suprimindo a faísca.
2. **Supressores de surto:** Os supressores de surto são dispositivos projetados para proteger equipamentos contra picos de tensão transitórios, incluindo faíscas elétricas. Eles funcionam desviando a energia do surto para o terra, protegendo assim os equipamentos conectados. Esses dispositivos são comumente utilizados em sistemas elétricos para prevenir danos causados por surtos de tensão.
3. **Extintores de faíscas:** São dispositivos que contêm agentes extintores projetados para extinguir faíscas elétricas em equipamentos ou áreas específicas. Esses extintores podem conter substâncias como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ou pós químicos secos que são liberados quando ativados, privando a faísca do oxigênio necessário para se manter.
4. **Sistemas de supressão de arco elétrico:** Esses sistemas são projetados para detectar e extinguir arcos elétricos antes que eles se tornem uma faísca capaz de causar incêndios ou explosões. Eles podem utilizar técnicas como a detecção de luz ultravioleta, monitoramento de corrente elétrica e dispositivos de extinção, como jatos de gás inerte ou pulverização de substâncias extintoras.

É importante ressaltar que a escolha do equipamento de supressão de faíscas depende das características do ambiente e dos riscos envolvidos. É recomendado consultar especialistas em segurança elétrica e seguir as normas e regulamentações aplicáveis para determinar o tipo de equipamento mais adequado para uma determinada situação.

## 5.5 Treinamento de Pessoal

O treinamento adequado dos funcionários é essencial para garantir a segurança em áreas classificadas. Os trabalhadores devem ser treinados em reconhecimento de riscos, procedimentos de emergência, uso correto de equipamentos à prova de explosão e práticas seguras de trabalho.

1. **Treinamento em Segurança Industrial:** Esse treinamento abrange os conceitos e práticas gerais de segurança no ambiente de trabalho, incluindo os procedimentos de segurança específicos da indústria de petróleo e gás. Os operadores e equipes de manutenção devem estar cientes dos riscos associados ao trabalho em plataformas de petróleo e das medidas de prevenção e controle de acidentes.
2. **Treinamento em Áreas Classificadas:** Como as barreiras de proteção são instaladas em áreas classificadas, é importante que os operadores e equipes de manutenção compreendam as características dessas áreas, incluindo a classificação de riscos, identificação de zonas, requisitos de equipamentos à prova de explosão e procedimentos específicos de trabalho seguro nessas áreas.
3. **Treinamento em Operação e Manutenção de Barreiras de Proteção:** Esse treinamento se concentra nas práticas adequadas de operação, manutenção e inspeção das barreiras de proteção. Isso inclui familiarização com os tipos de barreiras utilizadas, procedimentos de instalação, inspeção regular, identificação de falhas, substituição de componentes danificados, calibração de sistemas de detecção e controle, e outras atividades relacionadas.
4. **Treinamento em Combate a Incêndios e Emergências:** Os operadores e equipes de manutenção devem receber treinamento em combate a incêndios e resposta a emergências. Isso inclui técnicas de extinção de incêndios, uso adequado de equipamentos de combate a incêndios, evacuação de emergência, primeiros socorros, comunicação durante emergências e conhecimento dos planos de resposta a incidentes específicos da plataforma.
5. **Treinamento em Análise de Riscos:** A compreensão dos princípios de análise de riscos é fundamental para a identificação e mitigação de perigos nas operações da plataforma. O treinamento em análise de riscos capacita os operadores e equipes de manutenção a identificar potenciais riscos, avaliar sua gravidade e probabilidade de ocorrência, e implementar medidas preventivas e de mitigação adequadas.
6. **Treinamento em Conscientização Ambiental:** Além da segurança pessoal, é importante que os operadores e equipes de manutenção estejam conscientes dos impactos ambientais das operações em plataformas de petróleo. O treinamento em conscientização ambiental abrange tópicos como gerenciamento de resíduos, prevenção de derramamentos de óleo, proteção da vida marinha e conformidade com regulamentações ambientais.

É importante ressaltar que os treinamentos devem ser regulares e atualizados para acompanhar as mudanças nas práticas de segurança e nas regulamentações da indústria. Além disso, a participação

em exercícios de simulação e treinamentos práticos em situações reais de emergência é altamente recomendada para melhor preparar os operadores e equipes de manutenção para lidar com eventos adversos.

## 6 – SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E NÃO ELÉTRICOS PARA ÁREAS CLASSIFICADAS

A seleção adequada de equipamentos elétricos e não elétricos é de extrema importância ao projetar e operar em áreas classificadas e atmosferas explosivas. Essas áreas apresentam riscos potenciais de ignição devido à presença de substâncias inflamáveis, vapores, gases ou poeiras combustíveis. Portanto, é essencial seguir diretrizes e normas específicas para garantir a segurança nessas condições.

A seleção de equipamentos elétricos e não elétricos para áreas classificadas e atmosferas explosivas requer uma análise cuidadosa dos riscos, classificação da área e conformidade com as normas relevantes.

### 6.1 Seleção de Equipamentos Elétricos

As plataformas de prospecção de petróleo são ambientes desafiadores e complexos, onde a segurança é de extrema importância. A seleção adequada de equipamentos elétricos para essas plataformas é crucial para garantir a operação segura e eficiente. Esses equipamentos devem ser projetados e classificados de acordo com as condições específicas encontradas nessas instalações offshore. Aqui está uma visão geral da classificação de equipamentos elétricos para plataformas de prospecção de petróleo:

#### 1. **Classificação de Áreas:**

As plataformas de prospecção de petróleo são divididas em áreas classificadas de acordo com a probabilidade de presença de atmosferas explosivas. Essas áreas são designadas como **Zona 0**, **Zona 1** e **Zona 2** para gases e vapores inflamáveis, e **Zona 20**, **Zona 21** e **Zona 22** para poeiras combustíveis. A classificação correta da área é fundamental para determinar quais equipamentos elétricos podem ser utilizados em cada zona.

#### 2. **Normas e Regulamentações:**

Existem normas e regulamentações específicas que devem ser seguidas ao selecionar e instalar equipamentos elétricos em plataformas de prospecção de petróleo. Algumas das principais normas incluem as normas da série **IEC 60079**, emitidas pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), e as normas API (American Petroleum Institute) **14F** e **14FZ**. Essas normas fornecem diretrizes para a seleção, instalação e manutenção de equipamentos elétricos em áreas classificadas offshore.

#### 3. **Classificação de Proteção:**

Os equipamentos elétricos para plataformas de prospecção de petróleo devem ser classificados de acordo com os métodos de proteção contra ignição. Alguns dos métodos de proteção comumente utilizados incluem:

a. **Ex "d"** - Invólucro à prova de explosão: Esses equipamentos são projetados para resistir a uma explosão interna e impedir que ela se propague para o ambiente externo. Eles são adequados para áreas onde a presença de gases inflamáveis é contínua ou frequente.

b. **Ex "e"** - Segurança aumentada: Esses equipamentos são projetados para reduzir o risco de ignição, limitando a energia elétrica disponível e evitando a ocorrência de faíscas ou superfícies quentes. Eles são adequados para áreas onde a presença de gases inflamáveis é intermitente ou ocasional.

c. **Ex "n"** - Não faiscante: Esses equipamentos são projetados para evitar a geração de faíscas e superfícies quentes durante o funcionamento normal. Eles são adequados para áreas onde a presença de gases inflamáveis é improvável.

d. **Ex "p"** - Pressurizado: Esses equipamentos são mantidos sob pressão positiva para evitar a entrada de gases inflamáveis. Eles são adequados para áreas onde a presença de gases inflamáveis é contínua ou frequente.

#### 4. **Características dos Equipamentos:**

Ao selecionar equipamentos elétricos para plataformas de prospecção de petróleo, é essencial considerar suas características específicas. Alguns dos principais fatores a serem considerados incluem:

a. **Resistência à corrosão:** Devido ao ambiente marítimo agressivo, os equipamentos devem ser projetados para resistir à corrosão causada pela exposição à água salgada e aos produtos químicos presentes na plataforma.

b. **Proteção contra água:** Os equipamentos devem ter classificações adequadas de proteção contra ingresso de água para garantir sua operação segura e confiável, mesmo em condições adversas.

c. **Faixa de temperatura:** Os equipamentos devem ser capazes de operar em uma ampla faixa de temperatura, considerando as variações climáticas e as temperaturas extremas encontradas em plataformas de prospecção de petróleo.

d. **Confiabilidade:** Os equipamentos devem ser projetados e fabricados para atender aos mais altos padrões de confiabilidade e durabilidade, levando em consideração as condições adversas e a importância crítica de sua funcionalidade.

#### 5. **Certificações e Marcações:**

Os equipamentos elétricos para uso em plataformas de prospecção de petróleo devem ser certificados por organizações reconhecidas e possuir as marcações apropriadas de conformidade.

As certificações mais comuns incluem a marcação "CE" para conformidade com as normas europeias e a marcação "**Ex**" para conformidade com as normas internacionais de proteção contra explosão.

As certificações mais comuns para equipamentos elétricos em plataformas de prospecção de petróleo incluem:

1. **IECEX** (International Electrotechnical Commission System for Certification to Standards Relating to Equipment for Use in Explosive Atmospheres): O IECEx é um sistema de certificação internacionalmente reconhecido para equipamentos utilizados em atmosferas explosivas. A certificação IECEx é baseada nas normas da série **IEC 60079** e é amplamente aceita em todo o mundo.
2. **ATEX** (Atmosphères Explosibles): A ATEX é uma diretiva da União Europeia que estabelece os requisitos para a fabricação e utilização de equipamentos em atmosferas explosivas. A certificação ATEX é exigida para equipamentos elétricos utilizados em áreas classificadas na União Europeia.
3. **NEC** (National Electrical Code): O NEC é um conjunto de regulamentos elétricos adotados nos Estados Unidos. A seção **500** do NEC trata de requisitos específicos para equipamentos elétricos em atmosferas perigosas, incluindo plataformas de petróleo e gás.
4. **API** (American Petroleum Institute): O API publica uma série de normas e especificações técnicas relacionadas à indústria de petróleo e gás. As normas **API 14F** e **14FZ** abordam a seleção, design, instalação e manutenção de sistemas elétricos utilizados em plataformas offshore.
5. **INMETRO** (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia): No Brasil, o INMETRO é responsável pela certificação de equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. Os equipamentos devem atender aos requisitos estabelecidos nas normas brasileiras, como a **NBR IEC 60079**.

Essas certificações garantem que os equipamentos elétricos atendam aos padrões de segurança e qualidade necessários para operar em ambientes com risco de explosão. É importante observar que as certificações podem variar dependendo do país e das regulamentações locais. É fundamental consultar as normas e regulamentos específicos do país onde a plataforma de prospecção de petróleo está localizada e garantir que os equipamentos possuam as certificações adequadas para o uso pretendido.

#### 6.1.1 Requisitos específicos para equipamentos elétricos em Atmosferas Perigosas de acordo com o NEC

De acordo com o **National Electrical Code** (NEC) dos Estados Unidos, os requisitos específicos para equipamentos elétricos em atmosferas perigosas estão estabelecidos na **seção 500**, intitulada "Classificação de Locais Perigosos". Essa seção define critérios e diretrizes para a seleção, instalação e manutenção de equipamentos elétricos em áreas classificadas.

Principais requisitos estabelecidos pelo NEC para equipamentos elétricos em atmosferas perigosas:

1. **Classificação de áreas:** O NEC define zonas específicas de acordo com a probabilidade de presença de atmosferas explosivas. Essas zonas são classificadas como **Divisão 1** e **Divisão 2**. A **Divisão 1** é uma área onde a atmosfera explosiva está presente continuamente, periodicamente ou ocasionalmente, sob condições normais de operação. A **Divisão 2** é uma área onde a atmosfera explosiva está presente somente em caso de falha de contenção ou vazamento acidental.
2. **Métodos de proteção:** O NEC estabelece diferentes métodos de proteção para equipamentos elétricos em atmosferas perigosas. Alguns dos métodos comuns incluem:
  - a. **Invólucro à prova de explosão (explosion-proof):** Esses equipamentos são projetados para resistir a uma explosão interna e evitar a propagação para o ambiente externo.
  - b. **Segurança aumentada (increased safety):** Esses equipamentos são projetados para limitar a quantidade de energia elétrica disponível e evitar a ocorrência de faíscas ou superfícies quentes.
  - c. **Não faiscante (non-incendive):** Esses equipamentos são projetados para evitar a geração de faíscas durante o funcionamento normal.
  - d. **Segurança intrínseca (intrinsically safe):** Esses equipamentos são projetados para operar com uma quantidade de energia elétrica baixa o suficiente para evitar a ignição de uma atmosfera explosiva.
3. **Identificação dos equipamentos:** O NEC exige que os equipamentos elétricos destinados a serem utilizados em atmosferas perigosas sejam identificados com uma marcação apropriada, indicando a classificação e o método de proteção.
4. **Ventilação adequada:** O NEC estabelece requisitos para a ventilação adequada de áreas classificadas, a fim de evitar o acúmulo de gases ou vapores inflamáveis.
5. **Seleção e instalação:** O NEC fornece diretrizes para a seleção e instalação de equipamentos elétricos em áreas classificadas, incluindo requisitos relacionados à vedação, espaçamento, interconexões e aterramento.
6. **Manutenção e inspeção:** O NEC também enfatiza a importância da manutenção e inspeção regular dos equipamentos elétricos em áreas classificadas para garantir sua integridade e funcionamento correto.

É importante ressaltar que os requisitos específicos podem variar dependendo da classificação da área, do tipo de atmosfera perigosa presente e das normas locais adotadas.

## 6.2 Seleção de Equipamentos não Elétricos

Além dos equipamentos elétricos, os equipamentos não elétricos também devem ser selecionados de acordo com a classificação de áreas. Isso inclui equipamentos mecânicos, como bombas, compressores, válvulas e instrumentação. Esses equipamentos devem ser projetados e construídos de forma a minimizar o risco de ignição ou explosão em atmosferas explosivas. Isso pode envolver o uso de materiais resistentes a chamas, sistemas de vedação adequados e medidas de controle de temperatura.

### 6.2.1 Principais materiais resistentes a chamas utilizados em Equipamentos não Elétricos

Existem vários materiais resistentes a chamas que são comumente utilizados em equipamentos não elétricos para garantir a segurança em áreas com atmosferas explosivas. Alguns dos principais materiais incluem:

1. **Aço inoxidável:** O aço inoxidável é amplamente utilizado devido à sua resistência à corrosão e capacidade de suportar altas temperaturas sem deformação. Ele é frequentemente empregado em componentes estruturais, válvulas, tubulações e tanques.
2. **Alumínio resistente a chamas:** O alumínio tratado ou revestido com substâncias retardantes de chamas é utilizado em equipamentos onde o peso é um fator crítico. Ele é comumente encontrado em caixas, invólucros e componentes de iluminação.
3. **Ferro fundido nodular:** O ferro fundido nodular é conhecido por sua resistência mecânica e capacidade de dissipar calor. Ele é frequentemente utilizado em bombas, válvulas e outros componentes de equipamentos mecânicos.
4. **Polímeros retardantes de chamas:** Existem diversos polímeros que possuem propriedades retardantes de chamas e são utilizados na fabricação de equipamentos não elétricos. Alguns exemplos incluem poliamida (nylon), poliéster reforçado com fibra de vidro (GRP), poliuretano (PU) e polifenileno sulfeto (PPS). Esses polímeros são usados em invólucros, revestimentos e peças plásticas.
5. **Vidro borossilicato:** O vidro borossilicato é resistente a altas temperaturas e possui baixa expansão térmica. É frequentemente utilizado em equipamentos de laboratório, como recipientes de reação, devido à sua capacidade de suportar mudanças bruscas de temperatura sem quebrar.

É importante ressaltar que a seleção do material adequado depende das características específicas da aplicação e dos requisitos de segurança exigidos para cada equipamento. Além disso, normas e regulamentações locais ou setoriais podem fornecer diretrizes adicionais sobre os materiais a serem utilizados em equipamentos não elétricos para áreas com atmosferas explosivas.

### 6.2.1.1 Polímeros Retardantes de Chamas mais comumente utilizados na fabricação de equipamentos não elétricos

Existem vários polímeros retardantes de chamas que são comumente utilizados na fabricação de equipamentos não elétricos para garantir a segurança em áreas com atmosferas explosivas. Alguns dos polímeros mais utilizados incluem:

1. **Poliamida (Nylon):** As poliamidas modificadas com aditivos retardantes de chamas são amplamente utilizadas devido à sua resistência mecânica, rigidez e estabilidade térmica. Elas são empregadas em uma variedade de aplicações, como invólucros de equipamentos, caixas e componentes estruturais.
2. **Poliéster reforçado com fibra de vidro (GRP):** O poliéster reforçado com fibra de vidro é um material compósito que combina resina de poliéster com fibras de vidro. Ele é conhecido por sua resistência mecânica, rigidez e propriedades retardantes de chamas. É frequentemente utilizado na fabricação de invólucros, caixas e componentes resistentes a chamas.
3. **Policarbonato:** O policarbonato é um polímero transparente e resistente a impactos. Para torná-lo retardante de chamas, são adicionados aditivos especificamente formulados para melhorar sua resistência ao fogo. O policarbonato retardante de chamas é usado em aplicações onde a transparência e a resistência mecânica são necessárias, como janelas, visores e lentes.
4. **Poliuretano (PU):** O poliuretano retardante de chamas é utilizado em diversos equipamentos não elétricos devido à sua versatilidade, propriedades mecânicas e resistência a chamas. É encontrado em revestimentos, espumas, mangueiras e selantes.
5. **Polifenileno Sulfeto (PPS):** O PPS é um polímero de alta performance que possui excelente resistência química, térmica e retardante de chamas. É frequentemente utilizado em equipamentos não elétricos que requerem resistência a altas temperaturas, como válvulas, tubulações e componentes de vedação.

Esses são apenas alguns exemplos dos polímeros retardantes de chamas comumente utilizados na fabricação de equipamentos não elétricos. A seleção do polímero adequado depende das propriedades específicas exigidas pela aplicação, incluindo resistência mecânica, estabilidade térmica, durabilidade e requisitos de segurança contra incêndio.

#### 6.2.1.1.1 Requisitos específicos para equipamentos não elétricos em Atmosferas Perigosas de acordo com o NEC

O **National Electrical Code (NEC)** concentra-se principalmente em requisitos para equipamentos elétricos em atmosferas perigosas. No entanto, o NEC faz referência ao uso de equipamentos não elétricos em áreas classificadas e fornece algumas orientações gerais. Embora os requisitos específicos para equipamentos não elétricos possam variar dependendo do tipo de atmosfera perigosa e das normas locais adotadas, aqui estão algumas considerações comuns:

1. **Seleção de materiais:** O NEC enfatiza a importância de selecionar materiais adequados para equipamentos não elétricos em áreas classificadas. Os materiais devem ser compatíveis com os produtos químicos, gases ou vapores presentes na atmosfera perigosa, minimizando o risco de ignição ou explosão.
2. **Proteção contra faíscas:** Equipamentos não elétricos devem ser projetados e construídos de forma a minimizar o risco de faíscas ou superfícies quentes que possam causar ignição. Isso pode incluir o uso de materiais não inflamáveis, revestimentos isolantes ou métodos de proteção apropriados.
3. **Conexões e fixações adequadas:** Os elementos não elétricos, como tubulações, dutos ou conexões, devem ser instalados e fixados adequadamente para garantir a integridade do sistema e prevenir vazamentos, que poderiam criar condições perigosas.
4. **Ventilação adequada:** A ventilação adequada é essencial para evitar o acúmulo de gases ou vapores inflamáveis em áreas classificadas. Os sistemas de ventilação devem ser projetados e dimensionados corretamente para garantir a diluição e a remoção eficaz dessas substâncias perigosas.
5. **Proteção contra explosões:** Equipamentos não elétricos podem ser projetados para resistir a explosões internas e evitar a propagação de uma explosão para o ambiente circundante. Isso pode incluir o uso de invólucros resistentes a explosões ou dispositivos de alívio de pressão.
6. **Manutenção adequada:** Assim como os equipamentos elétricos, os equipamentos não elétricos em áreas classificadas requerem manutenção regular para garantir seu bom funcionamento. Inspeções e testes periódicos devem ser realizados para identificar e corrigir quaisquer problemas ou danos.

## 7. CONCLUSÃO

A relação entre áreas classificadas/perigosas e atmosferas explosivas em plataformas de prospecção de petróleo é um assunto crucial para a segurança industrial. Para garantir a integridade das instalações e a proteção do pessoal envolvido, é fundamental compreender as definições, classificações, medidas de proteção e gestão de riscos relacionados a essas áreas.

As áreas classificadas/perigosas são espaços onde existe a possibilidade de ocorrer uma atmosfera explosiva devido à presença de substâncias inflamáveis, como gases, vapores ou poeiras. Essas áreas são classificadas com base na probabilidade e frequência de ocorrência de uma atmosfera explosiva, e são designadas como Zona 0, Zona 1 ou Zona 2, dependendo do nível de risco.

De acordo com um estudo realizado pela International Association of Oil & Gas Producers (IOGP), o índice de acidentes em plataformas de petróleo por problemas de falha na segurança dos processos é de cerca de 1,5 por ano. Esse índice é calculado com base no número de acidentes que resultaram em danos significativos às instalações ou à perda de vidas.

Os principais problemas de falha na segurança dos processos que levam a acidentes em plataformas de petróleo incluem:

- **Falhas humanas:** erros de operação, negligência ou falta de treinamento.
- **Falhas de equipamentos:** falhas de componentes ou sistemas de segurança.
- **Falhas de processos:** erros de projeto ou operação de processos.

A implementação de medidas de proteção específicas é essencial para minimizar os riscos nessas áreas. Isso inclui o uso adequado de equipamentos à prova de explosão, como luminárias, motores, painéis elétricos e instrumentos, que são projetados para evitar que uma faísca ou arco elétrico inflame a atmosfera explosiva. Além disso, sistemas de ventilação adequados, sistemas de detecção de gases e sistemas de supressão de incêndios devem ser implementados para controlar e minimizar a presença de gases inflamáveis.

O treinamento adequado do pessoal é fundamental para garantir a segurança nessas áreas. Os funcionários devem receber treinamento sobre os riscos associados às atmosferas explosivas, incluindo a identificação de fontes de ignição, a utilização correta de equipamentos à prova de explosão, o manuseio seguro de substâncias inflamáveis e os procedimentos de evacuação de emergência. A conscientização e a educação contínuas são essenciais para manter a segurança e prevenir acidentes catastróficos.

Em conclusão, a segurança industrial em plataformas de prospecção de petróleo depende de uma compreensão sólida das áreas classificadas/perigosas e das atmosferas explosivas. A implementação de medidas de proteção adequadas e o treinamento adequado do pessoal são essenciais para garantir a segurança e minimizar os riscos. A adoção de práticas e tecnologias atualizadas é fundamental para manter a integridade das instalações e preservar a segurança em todas as etapas das operações de prospecção de petróleo.

autor: Elcio J. Blanco

CEO at Grennmark Consulting

Consultor Sênior de ESG / EHS/Explosive Atmosphere

PMI- RMP