

ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA GESTÃO DE PROCESSOS BASEADA EM RISCOS NA VISÃO PREVENCIÓNISTA DO ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NO PROCESSO DE GERAÇÃO DE NEGRO DE FUMO

José Adilson Silva de Jesus *

Fernanda Anraki Vieira **

RESUMO

Os centros de produção de químicos básicos ao longo do tempo vêm diversificando suas atividades de processamento, criando inúmeros compostos que ao vazarem para o meio ambiente causam sua contaminação, poluem o ar, o solo e seus lençóis freáticos. Estes produtos, além de seus efeitos tóxicos, podem ser combustíveis e inflamáveis. Espaços confinados, áreas classificadas e as combinações tóxico-explosivas de líquidos e gases devem ser conhecidos pelos Engenheiros de Segurança do Trabalho e em suas rotinas de inspeções devem definir através de estudos com equipes multidisciplinares a forma de controle, indicação, registro e transmissão dos valores detectados pelos sistemas de instrumentação instalados nas áreas fabris para o perfeito funcionamento da planta industrial, garantindo a integridade dos trabalhadores e dos meios físicos instalados no processo e no entorno do parque fabril. Neste contexto o Engenheiro de Segurança do Trabalho, deverá gerir o processo do ponto de vista da segurança, garantindo a integridade física humana e patrimonial industrial.

Palavras-chave: Gestão de Processos. Riscos. Segurança do Trabalho. Engenheiro de Segurança do Trabalho. Negro de Fumo.

* Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNICID, Engenheiro Eletricista. E-mail: jj.adilson@bol.com.br. Tel.: (19) 97123 3108

** Engenheira Química, especializada em Engenharia de Segurança do Trabalho e Mestre em Trabalho, Saúde e Ambiente pela Fundacentro. E-mail: peritafernanda1@gmail.com

ABSTRACT

The basic chemical production centers over time have diversified their processing activities, creating countless compounds that leach into the environment cause their contamination, pollute air, soil and their groundwater. These products, in addition to their toxic effects, can be combustible and flammable. Confined spaces, classified areas and toxic / explosive combinations of liquids and gases should be known to the Safety Engineers of Labor and their inspection routines should define, through studies with multidisciplinary teams, the form of control, indication, registration and transmission of values detected by the instrumentation systems installed in the manufacturing areas for the perfect operation of the industrial plant, guaranteeing the integrity of the workers and the physical means installed in the process and in the surroundings of the factory park. In this context, the Occupational Safety Engineer must manage the process from the point of view of safety, guaranteeing the human physical and industrial patrimonial integrity.

Keywords: Process Management. Scratches. Workplace safety. Work safety engineer. Smoke Black.

1. INTRODUÇÃO

Os parques indústrias vêm passando por modificações e diversificação na produção de compostos em suas linhas de reações químicas, destaque para as empresas de petroquímica básica e química. Estas mudanças são para o atendimento das demandas de mercado. Os parques fabris passam a gerar outros produtos: tóxicos, inflamáveis e combustíveis; como consequência das reações necessárias para a sua transformação. Estes processos passam por modificações em suas instalações, modificando seu tamanho com a adição de novos equipamentos de operações unitárias, como: reatores, torres de fracionamento, bombas de vácuo, caldeiras aquatubulares ou fogotubulares, trocadores de calor, ventiladores entre outros.

A instalação destes equipamentos no processo é realizada após a elaboração e aprovação do projeto de expansão ou modificação por uma equipe multidisciplinar, onde o Engenheiro de segurança do trabalho é membro responsável pela inspeção dos

equipamentos de segurança intrínseca do sistema, no comissionamento da planta e após sua entrega para produção contínua (SCHRAM, 1993).

2. PROCESSO DE GESTÃO

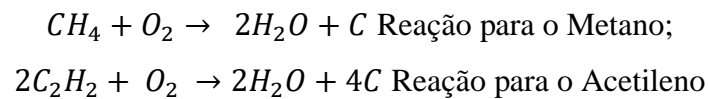
Instalações novas em indústrias petroquímicas vêm acompanhadas de mudanças na infraestrutura fabril, solicitando do empregador investimentos na área de treinamento operacional dos equipamentos, treinamento em relação à manutenção dos mesmos, a aquisição de novos equipamentos para facilitar as inspeções em relação às emissões fugitivas ou montar parcerias de manutenção preventiva, transferindo para terceiros a rotina de conservação dos acessórios, bem como emissão de relatórios de segurança e de meio ambiente para os gases e líquidos perigosos presentes nas reações químicas processadas no sistema (CCPS, 2014).

Ao Engenheiro de Segurança do trabalho, responsável pelo gerenciamento das áreas classificadas na planta fabril, no rol de suas atribuições deve estar atento a manutenibilidade do sistema para o controle efetivo dos riscos definidos na planta industrial. Manter o sistema de monitoramento das áreas explosivas, espaços confinados, e automação em perfeito funcionamento, garantindo. Este artigo trata do estudo da função do Engenheiro de Segurança do Trabalho na participação da Classificação de áreas potencialmente explosivas; Inspeção visual, apurada e detalhada de uma grande empresa química, produtora de negro de fumo, que foi expandida para aumento de produção, na qual foram aplicados critérios, segundo a NBR IEC 60079, Normas Regulamentadoras: 9, 10, 20, 23 e 26. As inspeções foram realizadas no processo industrial de uma grande empresa da indústria química, produtora de negro de fumo, por ocasião da ampliação e adequação de suas instalações, seguindo a norma NBR IEC 60079 para a classificação de suas áreas quanto ao aspecto de atmosferas potencialmente explosivas, que garantam a integridade física dos atores envolvidos no processo.

2.1 ÁREA DE PROCESSAMENTO DA MATÉRIA PRIMA

A área de processamento para geração da matéria prima Carbono, também chamado de fuligem ou *carbon black*, tem como produtos básicos para sua geração o CH_4 – Metano ou o C_2H_2 - Acetileno. O produto é recebido diretamente por tubulações/caminhões que interligam a RPBC – Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão, à planta Industrial, no polo petroquímico de Cubatão. O processo de obtenção do Carbono negro acontece de

acordo com a equação química, que ocorre com o controle efetuado do O_2 – Oxigênio no processo com a reação dado pela expressão:



A combustão parcial de qualquer um dos gases injetados no processo, gera o Carbono ou fuligem; matéria prima para a produção do negro de fumo, produto comercializado pela empresa. A figura 1 descreve o processo para geração do negro de fumo na empresa (ERTHAL, 2004).

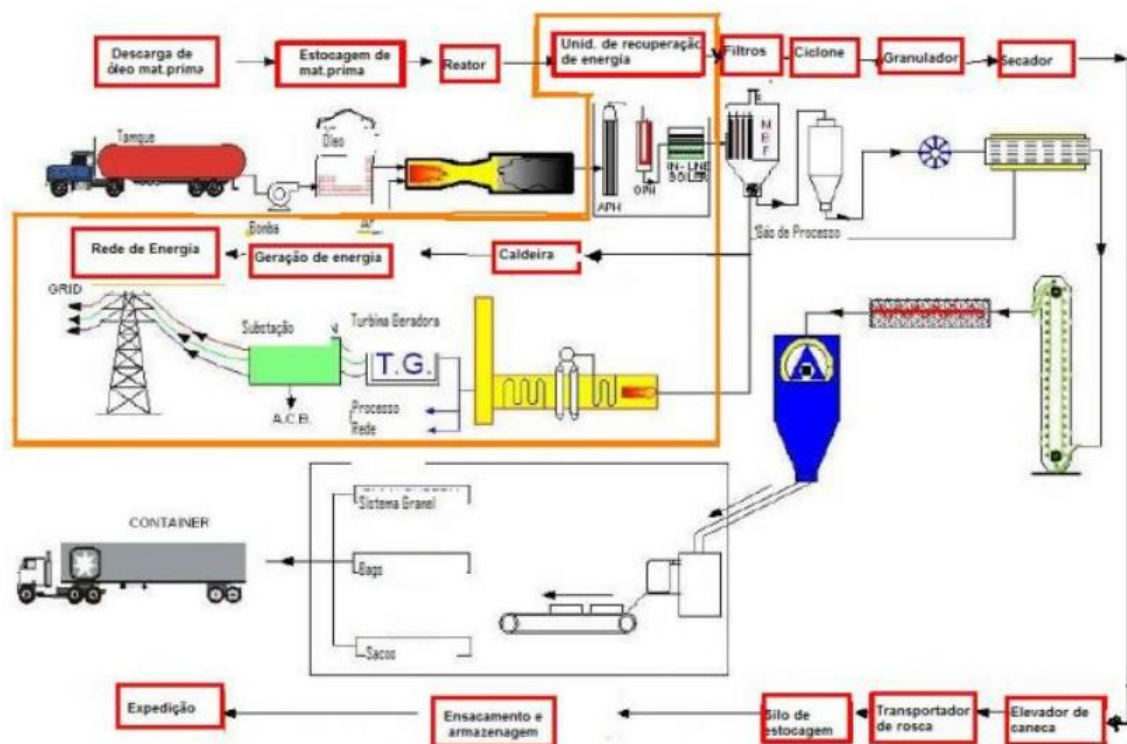


Figura 1: Diagrama de produção de negro de fumo (ERTHAL, 2004)

A produção de negro de fumo foi estabelecida ao longo dos anos pelo seu uso crescente em todos os segmentos industriais: graxa para sapatos, pó-de-sapato, pneus, para dar a coloração preta e para aumentar a resistência/durabilidade do pneu; tintas pretas em geral, como o nanquim; toner para impressoras e fotocopiadoras; nano tubos onde a propriedade alotrópica do carbono é gerada com propriedades metálicas (CCPS, 2014).

2.2 ÁREAS CLASSIFICADAS NO PARQUE FABRIL

As áreas do projeto que apresentaram uma atmosfera explosiva de gás inflamável ou de poeira combustível foram classificadas como uma área Ex, na qual a ocorrência se torne provável, causando acidentes, desta forma exigindo requisitos especiais para as atividades de fabricação, instalação, utilização, inspeção, manutenção, reparo e auditorias de equipamentos elétricos, de instrumentação, de telecomunicações ou mecânicos (SCHRAM, 1993).

As definições oriundas da Norma ABNT NBR IEC 60079-10-1 – Atmosferas explosivas – Parte 10-1: Classificação de áreas – Atmosferas explosivas de gás; classifica uma atmosfera explosiva: “Misturas com o ar de substâncias inflamáveis ou combustíveis na forma de gás, vapor, poeira ou fibras, as quais, após a ignição, permitem a propagação autossustentada de toda a mistura (explosão)”.

O zoneamento da planta fabril foi elaborado através da especificação do projeto e dos gases que circularam na área. A Tabela 1 identifica por grupo o gás que é utilizado no processo industrial (PETROBRAS, N-2167).

Tabela 1: Identificação do Grupo de gases utilizados na planta

GÁS Representativo do Grupo	ANBT ^[II] / IEC ^[M]	API ^[III] / NEC ^[VII] Art.500
Propano	Grupo II A	Grupo D
Etileno	Grupo II B	Grupo C
Hidrogênio	Grupo II C	Grupo B
Acetileno	Grupo II C	Grupo A

(Fonte IECEX, 2017)

Esta divisão serviu para identificar a quantidade de mistura explosiva existente no local e foi classificada em Zona 0, Zona 1 e Zona 2 para gás e como zona 20, zona 21 e zona 22 para os pós e fibras combustíveis. Este agrupamento especificou as zonas como:

Zona 0: Local onde a formação de uma mistura explosiva é contínua com tempos maiores que 10000 horas/ano.

Zona 1: Local onde a formação de uma mistura explosiva é provável de acontecer em condições normais tempos maiores 1000 horas/ano e menores que 10000 horas/ano.

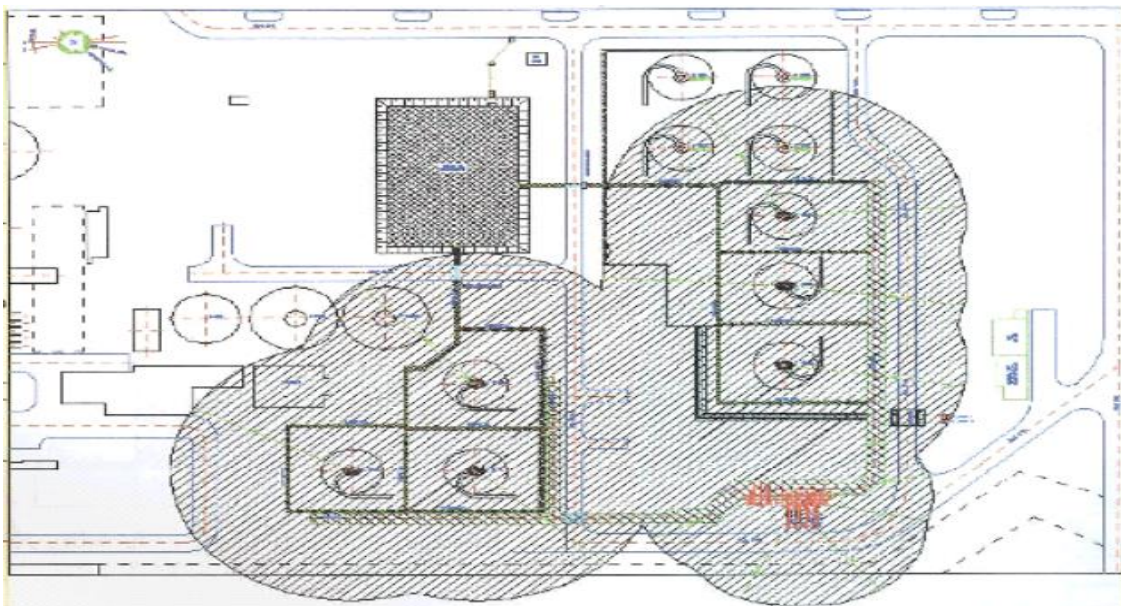
Zona 2: Local onde a formação de uma mistura explosiva é pouco provável de acontecer menor que 1000 horas/ano (API, 2002).

Zona 20: Local onde a formação de uma mistura de pó ou fibra explosiva é contínua com tempos maiores que 10000 horas/ano.

Zona 21: Local onde a formação de uma mistura pó ou fibra explosiva é provável de acontecer em condições normais tempos maiores 1000 horas/ano e menores que 10000 horas/ano.

Zona 22: Local onde a formação de uma mistura pó ou fibra explosiva é pouco provável de acontecer menor que 1000 horas/ano (API, 2002).

A Figura 2 apresenta um ponto referencial para a tomada de decisão em se zonear a área classificada dentro do parque fabril.



Áreas Classificadas Típicas

Na maioria dos casos, em áreas abertas, adequadamente ventiladas:

- Fonte de Risco de **Grau Contínuo** resulta em **Zona 0**;
- Fonte de Risco de **Grau Primário** resulta em **Zona 1**;
- Fonte de Risco de **Grau Secundário** resulta em **Zona 2**.

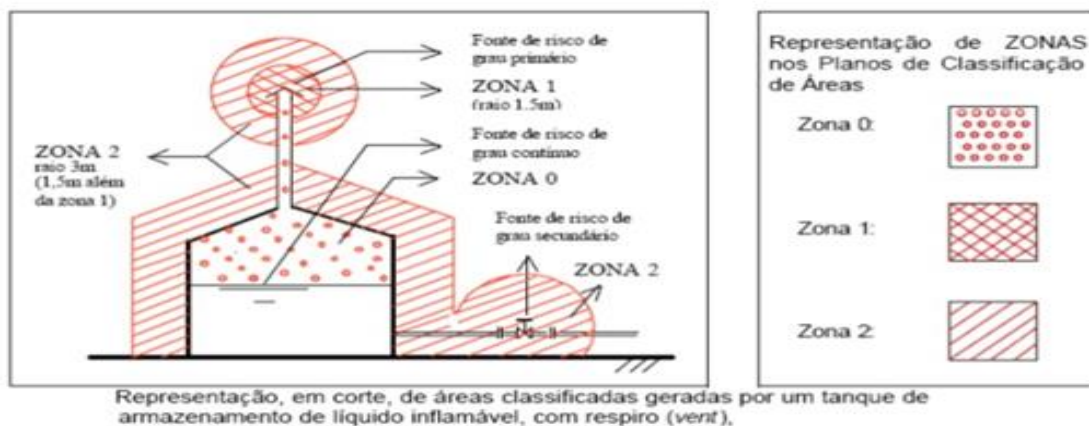


Figura 2: Classificação da área Ex, área dos Tanques de Metano e Acetileno (fonte autor).

No projeto das áreas classificadas foi definida a localização e identificação dos locais que possuem atmosferas potencialmente explosivas, as dimensões e os volumes das áreas são conhecidos e os requisitos de equipamento elétrico e de operação foram definidos em função de seu uso: registro, transmissão, indicação e controle. Os equipamentos elétricos, por sua própria natureza, segundo Jordão (2002), podem se constituir em fontes de ignição quando operando em uma atmosfera potencialmente explosiva.

Desta forma a especificação mais indicada para o local, seguirá o procedimento definido na NBR IEC 60079, sendo que isso dimensionará os equipamentos elétricos a não gerarem energia para a ignição dos gases e vapores presentes na área classificada para dar início a uma combustão ou explosão. A Tabela 2 descreve a máxima temperatura de superfície dos instrumentos da planta.

Tabela 1: Máxima temperatura de superfície para a planta fabril

Classes de Temperatura	Máxima Temperatura de Superfície do Equipamento	Temperatura de Ignição do Material Combustível
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

(Fonte IECEX, 2017)

Os desenhos fornecidos ao longo das inspeções foram utilizados para identificar todos os equipamentos da planta indústria de acordo com as normas API RP 551 e ISA 5.1. Essa prática permitiu a visualização das particularidades de cada componente da planta, o que facilitou a interpretação dos desenhos por parte da equipe.

A precisão das informações contidas na “classificação de áreas” tem caráter de segurança industrial, “pois a falta de conhecimento dessas informações pode levar

peças a cometer erros que podem por em risco de explosão ou incêndio a planta industrial”. Por consequência, a vida de pessoas que estejam diretamente ou indiretamente envolvidas, sejam eles empregados, visitantes e até mesmo pessoas da comunidade (KINDERMANN, 1998; FILHO, 1992; COTRIM, 1992).

A identificação do instrumento é feita em relação às suas funções e área de trabalho: no campo, no painel, em sala de controle, se é ou não acessível ao operador. A norma ISA 5.1 identifica todos os elementos que formam as malhas de controle do processo e caracteriza suas funções e localização:

- a) simbologia e terminologia;
- b) fluxogramas de engenharia;
- c) Folhas de Dados;
- d) arranjos físicos;
- e) diagramas de malha;
- f) listas de cabos e instrumentos;
- g) detalhes típicos (processo, elétrico e pneumático);
- h) diagramas de interligação.

Esta padronização facilitou a interpretação dos processos pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho na leitura dos relatórios de inspeção bem como no andamento da implantação do projeto e das apresentações ao grupo (BOSSERT, 2001).

Foram estabelecidas regras que permitem ao usuário elaborar um desenho, chamado de mapa da Classificação de risco que representa uma avaliação do grau de risco de presença de substância inflamável na unidade industrial, parâmetros definidos em função dos volumes encontrados no projeto de expansão da planta e após a instalação foram medidos no local de instalação por um detector de gás. A figura 3 apresenta a região de armazenamento de produto acabado.



Figura 3: Silos de armazenamento de produto acabado (fonte autor)

Na Figura 4 têm-se a representação planificada do sistema de armazenamento de óleo bruto e seu transporte para processamento (NEPOMUCENO, 2002).

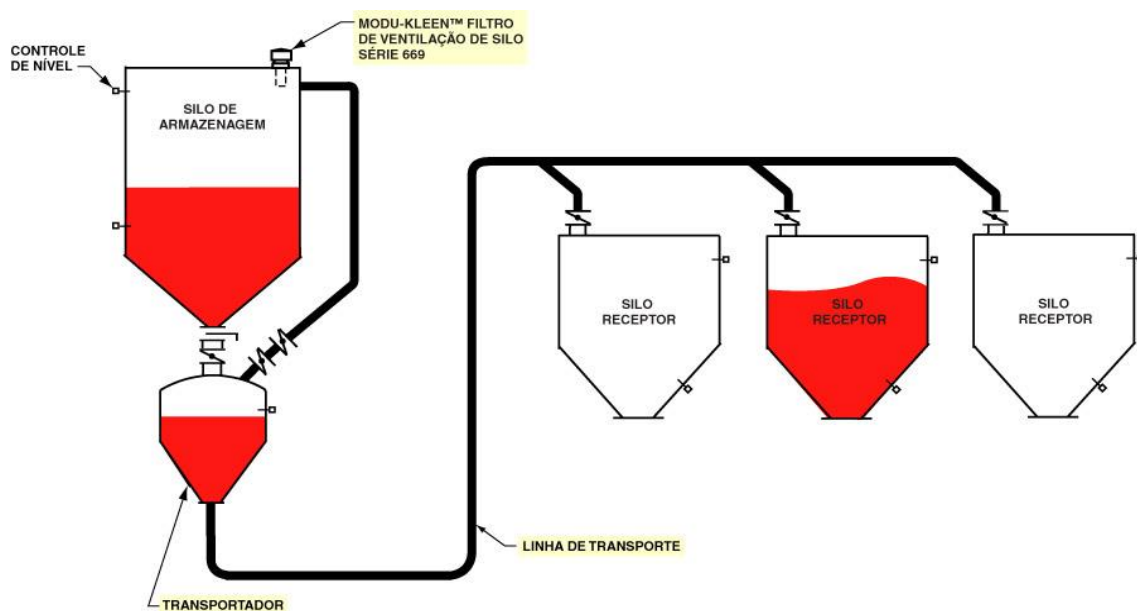


Figura 4: Silos de armazenamento e seu sistema de transporte (fonte autor)

Para o armazenamento de matéria prima líquida ou gasosa a planta tem um parque de tanques com esta finalidade (BORGES, 1997). Para armazenamento do produto gás liquefeito já existia no parque fabril tanques esféricos, para armazenamento de produto líquido, foram instalados no parque fabril os novos tanques cilíndricos.

2.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS FABRIS

Na fase de projeto, o tipo de instalação elétrica adequado foi aprovado pela equipe multidisciplinar, e a segurança obtida após a escolha dos equipamentos para o processo,

foi instalada no chão de fábrica. O departamento de Engenharia de Segurança do Trabalho verificou se foram seguidos os procedimentos documentados para as atividades relacionadas ao controle dos processos de inspeção em áreas classificadas ou não, e se foram identificadas falhas nos documentos elaborados nos métodos de controle dos processos de inspeção, bem como os estágios de realização destas atividades. O processo de inspeção verificou os seguintes pontos (MCMILLAN, 1998):

- a) recebimento e armazenamento de materiais, instrumentos e equipamentos de instrumentação;
- b) calibração e testes de instrumentos;
- c) montagem de materiais, instrumentos e equipamentos de instrumentação;
- d) condicionamento de instrumentos, painéis e sistemas de instrumentação;
- e) preservação de materiais, instrumentos e equipamentos de instrumentação.

Os registros das inspeções realizadas foram armazenados e seguem as diretrizes:

- Registrar resultados, verificar consistência e extensão requerida para os resultados obtidos nas diversas etapas previstas de acordo com procedimentos documentados estabelecidos.
- Registrar e relatar não conformidades de acordo com as normas, especificações técnicas e procedimentos documentados estabelecidos.
- Verificar, avaliar e registrar a organização e a atualização do arquivo de documentos técnicos, no tocante à especialidade instrumentação.
- Verificar se a documentação “como construído” está sendo emitida e se esta documentação registra de forma completa as alterações introduzidas.
- Verificar se a situação de recebimento, calibração, montagem, condicionamento e preservação estão sendo controladas através de meios adequados (PETROBRAS N-2167).

A atividade neste momento para o Engenheiro de Segurança do Trabalho foi o de garantir que as instalações elétricas seguissem o determinado no projeto de construção definido pelo grupo multidisciplinar. Além das atividades mencionadas, o Engenheiro de Segurança, nas reuniões do grupo multidisciplinar comunicava as atividades inspecionadas e sua evolução ao longo da obra em relação aos tópicos (NFPA,1997):

- a) códigos de classificação de áreas;
- b) planta de classificação de áreas;
- c) certificados de conformidade;
- d) placas de identificação;

- e) requisitos de instalação;
- f) tipo e grau de proteção para equipamentos elétricos - certificação de equipamentos elétricos.

2.4 GESTÃO DA AREA CLASSIFICADA

A gestão do parque fabril seguiu o projeto definido pela equipe multidisciplinar que caracterizou todos os tipos de Proteção “Ex” normalizados nas Séries ABNT NBR IEC 60079 & ABNT NBR ISO/IEC 80079 usados no processo de produção na geração de negro de fumo. As Tabela 5 e TABELA 6, definem de acordo com a norma aplicada ao processo os tipos de proteção permitidos na instalação (OBE, 1999).

Tabela 2: Tipos de Proteção

Tipo e Proteção	Símbolo IEC / ABNT	Definição	Normas IEC / ABNT
À prova de explosão	Ex-d	Capaz de suportar explosão interna sem permitir que essa explosão se propague para o meio externo	IEC 60079.1 ^[6] (NBR 5363 ^[6])
Pressurizado	Ex-p	Invólucros com pressão positiva interna, superior à pressão atmosférica, de modo que se não houver presença de mistura inflamável ao redor do equipamento esta não entre em contato com partes que possam causar uma ignição.	IEC 60079.2 ^[7] (NBR 5420 ^[8])
Imerso em óleo ¹	Ex-o	As partes que podem causar centelhas ou alta temperatura se situam em um meio isolante.	IEC 60079.6 ^[9] (NBR 8601 ^[10])
Imerso em areia ²	Ex-q		IEC 60079.5 ^[11]
imerso em resina ²	Ex-m		- IEC 60079.18 ^[12] -

(Fonte IECex, 2017)

Tabela 6: Tipos de Proteção

Tipo e Proteção	Símbolo IEC / ABNT	Definição	Normas IEC / ABNT
Segurança aumentada	Ex-e	Medidas construtivas adicionais são aplicadas a equipamentos que em condições normais de operação não produzem arcos, centelhas ou altas temperaturas	IEC 60079.7 ^[13] (NBR 9883 ^[14])
Segurança intrínseca	Ex-ia Ex-ib	Dispositivo ou circuito que em condições normais ou anormais (curto-circuito, etc.) de operação não possui energia suficiente para inflamar a atmosfera explosiva.	IEC 60079.11 ^[15] (NBR 8447 ^[16])
Especial	Ex-s	Usado para casos ainda não previstos em norma.	

(Fonte IECex, 2017)

Para o controle de identificação e liberação dos colaboradores a área de Gestão de Segurança passou a ministrar os seguintes treinamentos, Unidades de Competências Pessoais “Ex” definidas no Documento Operacional IECex OD 504(BULGARELLI, 1998):

Ex 000: Conhecimentos e percepções básicas para adentrar áreas classificadas.

Ex 001: Aplicação dos princípios básicos de segurança em atmosferas explosivas.

Ex 002: Execução de classificação de áreas (ABNT NBR IEC 60079-10-1 e NBR IEC 60079-10-2).

Ex 003: Instalação de equipamentos com tipos de proteção “Ex” e respectivos sistemas de fiação (ABNT NBR IEC 60079-14).

Ex 004: Manutenção de equipamentos em atmosferas explosivas (ABNT NBR IEC 60079-17).

Ex 005: Reparo e revisão de equipamentos com tipos de proteção “Ex” (ABNT NBR IEC 60079-19).

Ex 006: Ensaio de equipamentos e instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas explosivas (ABNT NBR IEC 60079-14).

Ex 007: Execução de inspeções visuais e apuradas de equipamentos e instalações em, ou associadas a atmosferas explosivas (ABNT NBR IEC 60079-17).

Ex 008: Execução de inspeções detalhadas de equipamentos ou instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas explosivas (ABNT NBR IEC 60079-17).

(Ex 009: Projeto de instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas explosivas ABNT NBR IEC 60079-14).

Ex 010: Execução de inspeções de auditoria ou de avaliação das instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas explosivas (ABNT NBR IEC 60079-14 e ABNT NBR IEC 60079-17).

Ao departamento de Engenharia de Segurança do Trabalho, foi fornecido treinamento que os habilitaram nas seguintes unidades de competência “Ex” aplicáveis para as atividades de inspeção inicial em atmosferas explosivas, relacionadas ao escopo da Norma IECex 60079:

Ex 001: Aplicação dos princípios básicos de proteção “Ex” em atmosferas explosivas.

Ex 007: Execução de inspeções visuais e apuradas de equipamentos ou instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas explosivas.

Ex 008: Execução de inspeções detalhadas de equipamentos ou instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas explosivas.

Ex 010: Execução de inspeções de auditoria ou de avaliação das instalações elétricas em, ou associadas a atmosferas.

2.5 TREINAMENTO

O treinamento da equipe de Segurança do Trabalho serviu para nivelar os conhecimentos dos integrantes do departamento e para revisão dos conceitos de classificação de áreas, o treinamento foi realizado por um profissional qualificado e com experiência nas dependências do SENAI Jairo Cândido. Este treinamento foi registrado, atendendo a NR-10, NR 20, NR23, NR 26 e IECex 60079. O tempo de duração foi de 120 horas, com conteúdo mínimo de: conceitos teóricos da classificação de áreas, tipos de equipamentos adequados a atmosferas explosivas, certificação dos equipamentos e cuidados de manutenção e inspeção de área (ERTHAL,2002).

Os acidentes que ocorreram no polo petroquímico de Cubatão em 2015, nos tanques de armazenamento de combustíveis líquidos obrigou a empresa assumir o compromisso de implantar procedimentos e treinamentos de inspeção em suas áreas classificadas, cabendo ao Engenheiro de Segurança e Técnicos de Segurança do Trabalho a sua gestão.

Foram exaustivamente utilizados como meios de capacitação e de conhecimento na análise e reconhecimento de riscos a imagem da Figura 5 e Figura 6.



Figura 2: Acidente em Parque de Tanques em Cubatão (Fonte: Petrobras, 2016)



Figura 6: Parque de Tanques no polo de Cubatão (fonte Petrobras, 2016)

3. DISCUSSÃO/ANÁLISES DOS RESULTADOS

A Segurança de Processo Baseada em Riscos implantada na empresa foi fundamentada em quatro pilares: (1) comprometimento com a segurança de processo; (2) compreensão de riscos e perigos; (3) gestão de riscos; e (4) aprendizagem pela experiência. Como resultado a empresa e sua equipe passou a entender os perigos e riscos, criando procedimentos para manter seguro e controlado seu ambiente fabril, concentrando-se no:

- Recolhimento, documentação e manutenção do conhecimento da segurança de processo.
- Realização de estudos de identificação de perigos e análise de riscos.
- Gestão de conhecimento do processo.
- Identificação de perigo e análise de riscos.

A organização direcionou seus esforços de segurança de processo baseado em riscos nesses quatro pilares, a eficiência de sua segurança deve melhorar ao longo dos anos, a

frequência e a gravidade dos acidentes devem diminuir, e o desempenho da segurança, do meio ambiente e do negócio deve aumentar de forma duradoura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste estudo de caso, foi percebida que a dinamização da informação entre os membros da equipe de Engenharia de Segurança do Trabalho facilitou a análise e execução de proteções preventivas complementares de uma unidade industrial quanto a riscos provenientes dos gases emanados em seus processos industriais.

Possibilitou por parte dos integrantes uma visão sistemática nos processos de Instalações elétricas industriais, manutenção industrial e automação em áreas classificadas (atmosfera explosivas) através de estudos:

- Estudo de Classificação de áreas potencialmente explosivas.
- Inspeção visual, apurada e detalhada de instalações elétricas em áreas classificadas, segundo NBR IEC 60079-17.
- Mão de obra especializada em Instalações elétricas e automação em atmosferas explosivas para indústrias farmacêuticas, químicas, petroquímicas, de alimentos, plataforma de petróleo, entre outras, de acordo com a norma NBR IEC 60079-14, e IEC 61241-14 entre outras.
- Adequações em instalações elétricas em áreas classificadas.
- Consultoria para especificação de equipamentos Ex e instalações em áreas classificadas.
- Treinamento de capacitação e qualificação em atmosferas explosivas – NR-10.
- Treinamento NR-20 – Líquidos inflamáveis e combustíveis.
- Apoio na especificação técnica de materiais Ex-d, Ex-e, Ex-i, Ex-p, de acordo com a necessidade.

Diagnóstico NR-20 – Líquidos inflamáveis e combustíveis:

- Verificação documental;
- Relatório fotográfico;
- Check-List com recomendações.

Este estudo de caso permitiu verificar a importância da formação de equipes multidisciplinares para o tema classificação de áreas e sua inspeção, com a participação direta da área de Engenharia de Segurança do Trabalho e seu envolvimento direto no projeto e construção da expansão da fábrica. Com o resultado obtido através da equipe multidisciplinar, a confiabilidade atingida na implantação do projeto quanto aos aspectos de segurança e saúde dos trabalhadores e de suas instalações foi um sucesso.

5. REFERÊNCIAS

ABNT NBR IEC 60079 - **Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas.**

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API RP 505 - recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class I, zone 0, zone 1 & zone 2.** First edition 1997 and reaffirmed API, 2002. 132 p.

API RP 551 - **Process Measurement Instrumentation.**

BORGES, Giovanni Humel. **Manual de Segurança Intrínseca.** Editoração Eletrônica Fatima Agra, 1997.

BOSSERT, John A. **Hazardous Locations - A Guide for the Design, Construction and Installation of Equipment in Explosive Atmospheres.** 3.ed.. Toronto:Canadian Standards Association, 2001. 157p.

BULGARELLI, Roberval. **Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas.** RPBC/EN – 1ª Edição, 1998.

CCPS. **Diretrizes para segurança de processos baseada em risco.** 1ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 872 p.

COTRIM, A.M.B. **Instalações Elétricas.** McGraw Hill. 3ª Edição, 1992

ERTHAL, Leandro (Dissertação de Mestrado) **Atmosferas potencialmente explosivas: um estudo de caso como contribuição para a classificação de áreas na atividade da indústria do petróleo, química e petroquímica.** Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2004.

FILHO, João Mamede. **Instalações Elétricas Industriais.** LTC 4ª Edição. 1992

IEC 60079 - 14 (**based on IEC 60079-10, with greater guidance on use of ventilation equations to ascertain both Zone numbers and Zone extents.**). Genebra: IEC, 1995.

IEC 60079 - 14 (**IEC 60079 - 14 2002-10-00 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 14: Electrical Installations in Hazardous Areas (Other than Mines)**) Third Edition).

IEC 60079 - **Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres**. IECex, 2017.

IEC 60079.1 (**IEC 60079-1 2001-02-00 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 1: Flame proof Enclosures "D"**). Fourth Edition.

IEC 60079.10 (**IEC 60079-10 2002-06-00 Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres Part - 10: Classification of Hazardous Areas**). Fourth Edition).

IEC 60079-17 - **inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)**.Genebra: IEC, 1996.

ISA 5.1 - **Instrumentation Symbols and Identification**.

JORDÃO, Dácio de Miranda. **Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo: Atmosferas Explosivas**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 776 p.

KINDERMANN, Geraldo; CAMPAGNOLO, Jorge Mario. **Aterramento Elétrico**. Editora. Sagra Luzzatto, 4ª Edição, 1998.

MCMILLAN, A. **Electrical Installations in Hazardous Areas**. Oxford: Butterworth Heinemann, 1998.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 497 – **Recommended practice for classification of flammable liquids, gases, or vapors and of hazardous (classified) locations for electrical installations in chemical process areas**. Quincy: NFPA,1997. 65 p.

NEPOMUCENO, Gilberto. **III EPIAEx Encontro Petrobras sobre Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas. Carregamento de Caminhões Tanque e Eletricidade estática**. Fortaleza CE/03.2002.

OBE, W. C., MCLEAN, I. **Electrical equipment for flammable atmospheres, Londres: International Conference on Explosion Safety in Hazardous Areas**. England: Institute of Electrical Engineers, 1999.

PETROBRAS N-2167 - **Classificação de Áreas para Instalações Elétricas em Unidades de Transporte de Petróleo, Gás e Derivados**.

SCHRAM, Peter J., EARLEY, Mark W. **Electrical Installations in Hazardous Locations**. 3ª edition. USA, Massachusetts, Quincy: USA National Fire Protection Association, 1993.