

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

José Edmário do Nascimento

**Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo em Plantas
Químicas e Petroquímicas com base nas normas API RP 750 e
ABNT NBR 15662**

**São Paulo
2012**

José Edmário do Nascimento

Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo em Plantas Químicas e Petroquímicas com base nas normas API RP 750 e ABNT NBR 15662

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Processos Industriais.

Data da aprovação ____/____/____

Prof. Dr. Anthony Edward Pacheco Brown
(Orientador)
Universidade de São Paulo

Membros da Banca Examinadora:

Prof^o. Dr. Anthony Edward Pacheco Brown (Orientador)
Universidade de São Paulo

Prof^a. Dra. Katia Canil (Membro)
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof^o. Dr. Eduardo Soares de Macedo (Membro)
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

José Edmário do Nascimento

Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo em Plantas
Químicas e Petroquímicas com base nas normas API RP 750 e ABNT
NBR 15662

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de
Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT,
como parte dos requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Processos Industriais.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Otimização
de Processos Industriais

Orientador: Prof. Dr. Anthony Edward Pacheco Brown

São Paulo
Dezembro/2012

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica – DAIT
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

N244p

Nascimento, José Edmário do

Programa de gerenciamento de segurança de processo em plantas químicas e petroquímicas com base nas normas API RP 750 e ABNT NBR 15662. / José Edmário do Nascimento. São Paulo, 2012.
92p.

Dissertação (Mestrado em Processos Industriais) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Desenvolvimento e Otimização de Processos Industriais.

Orientador: Prof. Dr. Anthony Edward Pacheco Brown

1. Gerenciamento de segurança de processos 2. Gerenciamento de riscos 3. Planta química 4. Planta petroquímica 5. API RP 750 6. NBR 15662 7. Prevenção de acidentes 8. Indústria química 9. Indústria petroquímica 10. Tese I. Brown, Anthony Edward Pacheco, orient. II. IPT. Coordenadoria de Ensino Tecnológico III. Título

13-14

CDU 66.0:613.6(043)

Dedico este passo de minha carreira profissional às pessoas que mais lutaram para que eu chegasse até aqui, meu pai e minha mãe, meus irmãos, esposa e filhos. Agradeço a essas pessoas pela compreensão e apoio a todos os meus sonhos, ideais e objetivos. Que Deus vos proteja sempre.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me iluminado na busca pelo saber e por tudo que conseguir como resultado disto até hoje. Ao Prof. Dr. Anthony Edward Pacheco Brown pela atenção, paciência e perseverança na orientação deste trabalho. Aos familiares e amigos que conviveram comigo e acompanharam este trabalho até sua fase final. À paciência da esposa pela minha ausência durante as atividades que envolveram a preparação deste trabalho.

Para você que está chegando agora, criticando o que está feito, deveria estar aqui na hora de fazer. Não seja um especialista em usar a crítica ao que está feito como pretexto para nada fazer. Assina, aquele que fez, quando no momento de fazer, não se sabia como.

Abraham Lincoln

RESUMO

O objetivo da dissertação é prover informações sobre normas aplicáveis a segurança de processos em plantas petroquímicas, especialmente no que diz respeito ao risco envolvido. Sabe-se que um gerenciamento de riscos bem conduzido e com o uso das ferramentas adequadas é de vital importância para o sucesso de operações dessa natureza. A indústria petroquímica é evidenciada com relação aos riscos decorrentes de projetos mal concebidos, operações inseguras, propiciando acidentes. Em face deste contexto, desenvolveu-se o *Process Safety Management (PSM)*, também denominado Gerenciamento de Segurança de Processos. Esta é uma proposta que busca determinar de forma precisa os tratamentos das operações químicas e petroquímicas em: resolução de problemas, prevenção de acidentes de qualquer natureza, atualização das informações dos mesmos e as recomendações necessárias para evitar reincidência em perdas e acidentes de processo. O *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* definiu o gerenciamento de segurança de processo através da norma API RP 750 – *Management of Process Hazards*, o que significa gerenciamento de perigos de processo, a qual gerencia os riscos de processo para a identificação, mitigação, avaliação e prevenção de acidentes com vazamentos tóxicos ou químicos que poderiam ocorrer como resultado de falhas nos processos, procedimentos ou equipamentos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) definiu a NBR 15662 – Sistemas de prevenção contra explosão - Gerenciamento de riscos de explosões, a qual gerencia os riscos de explosões em instalações industriais como forma de gerenciamento do risco. Esta dissertação foi realizada com base nestas normas API e NBR, devido ao direcionamento e afinidade com o setor químico industrial para desenvolvimento de um programa de gerenciamento de segurança de processo. Como resultado se tem como convicção, que é possível interligar questões de necessidade tecnológicas e negócio para manter as operações seguras em qualquer segmento industrial.

Palavras-Chave: Segurança de processo, API RP 750, NBR 15662.

ABSTRACT

Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo em Plantas Químicas e Petroquímicas com base nas normas API RP 750 e ABNT NBR 15662

The purpose of this dissertation is to provide information about the applicable rules to process safety in petrochemical plants, especially with regard to the risk involved. It is known that a well-run risk management with the use of appropriate tools is vitally important to the success of such operations. The petrochemical industry is evidenced in relation to the risks arising from poor projects, unsafe operations, resulting in accidents. In face of this context, it was developed the Process Safety Management (PSM). This is a proposal that seeks to determine accurately the treatments of chemical and petrochemical operations in solving problems, prevention of accidents of any nature, updating of information and recommendations necessary to avoid recurrence in losses and process accidents. The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) has set the process safety management through the API RP 750 standard – Management of Process Hazards, which manages the process for risk identification, assessment, mitigation and prevention of toxic leaks or chemical accidents that could occur as a result of failures in the processes, procedures or equipment. The Brazilian Association of technical standards (ABNT) defined the NBR 15662 – explosion prevention systems-explosion-risk management, which manages the risks of explosions in industrial plants as a way of risk management. This dissertation was performed on the basis of these API standards and NBR, due to the targeting and affinity with the chemical industrial sector to develop a safety management program. As a result it has conviction that it is possible to connect issues of technological and business needs to maintain safe operations in any industrial segment.

Key Words: Process Safety, API RP 750, NBR 15662

Lista de Ilustrações

Figura 1 –	Óbitos na Indústria Brasileira	18
Figura 2 –	Frequência de Acidentes da Indústria Química	19
Figura 3 –	Fontes de documentos para procedimentos operacionais	56
Figura 4 –	Taxa de acidentes em refinarias norte americanas	74
Figura 5 –	Porcentagem de falhas em acidentes de processo	75
Figura 6 –	Fluxograma de investigação de acidentes de acordo com o CCPS	76
Quadro 1 –	Normas regulamentadoras aplicáveis	25
Quadro 2 –	Normas complementares a norma NBR 15662	30
Quadro 3 –	Diferenças entre as normas API RP 750 e ABNT NBR 15662	31
Quadro 4 –	Modelo de lista de documentos de processo necessários para o gerenciamento de informação de segurança de processo	35
Quadro 5 –	Informações necessárias para a realização da APP	39
Quadro 6 –	Composição Recomendável de uma Equipe de APP	40
Quadro 7 –	Lista de palavras guias e desvios	41
Quadro 8 –	Tipos de Desvios Associados com as “Palavras-Guias”	43
Quadro 9 –	Lista de Desvios para HAZOP de Processos Contínuos	44
Quadro 10 –	Diferenças entre APP e HAZOP	44
Quadro 11 –	Análise comparativa entre as técnicas APP e HAZOP	45
Quadro 12 –	Modelo de lista de verificação de equipamentos de processo durante avaliações de risco no processo de gerenciamento de mudanças	50
Quadro 13 –	Modelo de lista de verificação de tubulações e conexões - avaliação de entrega de projetos no gerenciamento de revisão de segurança de pré-partida	68
Quadro 14 –	Modelo de lista de verificação de meio ambiente - avaliação	69

de entrega de projetos no gerenciamento de revisão de segurança de pré-partida

Quadro 15 –	Modelo de lista de verificação de segurança do trabalho - avaliação de entrega de projetos no gerenciamento de revisão de segurança de pré-partida	70
Quadro 16 –	Incidentes de Segurança de Processo e Categorias de gravidade	78

Lista de Tabela

Tabela 1 – Acidentes Químicos em diversos países nos últimos 30 anos	17
---	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACC	<i>American Chemistry Council</i>
AICHE	<i>American Institute for Chemical Engineers</i>
AMFE	Análise de Modos de Falha e Efeitos
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
APP	Análise Preliminar de Perigo
APR	Análise Preliminar de Riscos
CCPS	<i>Center for Chemical Process Safety</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DOT	<i>Department of Transportation (USA)</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency (USA)</i>
FISPQ	Ficha de informação de segurança de produtos químicos
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
HAZOP	<i>Hazard and Operability Studies</i>
ICCA	<i>International Council of Chemical Associations</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISM Code	<i>International Safety Management Code</i>
JCIA	<i>Japan Chemical Industry Association</i>
LOPA	<i>Layers of Protection Analysis</i>
LOTO	<i>Lockout & Tagout</i>
MOC	<i>Management of Change</i>
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
PAE	Plano de ação de emergência
PGR	Programa de Gerenciamento de Risco
PHA	<i>Process Hazard Analysis</i>

PI&D	<i>Piping and Instrument Diagram</i>
PSM	<i>Process Safety Management</i>
PSSR	<i>Pre Startup Safety Review</i>
RCA	<i>Root Cause Analysis</i>
SIF	<i>Safety Instrument Function</i>
SIL	<i>Safety Integrity Level</i>
SIS	<i>Safety Instrumented Systems</i>
SWP	<i>Safety Work Practice</i>
TIC	<i>Técnica de Incidentes Críticos</i>
VCI	<i>Verband der Chemischen Industrie</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO	21
3 ANÁLISE HISTÓRICA	22
3.1 Normas Regulamentadoras	24
3.2 Diferenças entre a Segurança do Trabalho e Segurança de Processo	26
4 NORMAS APLICÁVEIS	28
4.1 Parâmetros da Norma API RP 750	28
4.2 Parâmetros da Norma ABNT NBR 15662	29
4.3 Diferenças entre as normas API 750 e ABNT NBR 15662	30
5 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA DE PROCESSO COM AS NORMAS API RP 750 E ABNT NBR 15662	33
5.1 Informações de Segurança de Processo	34
5.2 Análise de Perigos de Processo	37
5.2.1 Metodologia de Identificação, Análise e Avaliação de Riscos	38
5.2.2 Técnica de Incidentes Críticos (TIC)	38
5.2.3 What-IF (WI)	39
5.2.4 Análise Preliminar de Perigo (APP)	39
5.2.5 Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE)	40
5.2.6 Estudo de Risco e Operabilidade	41
5.2.6.1 Especialistas Necessários e suas Atribuições	42
5.2.7 Análise de Camada de Proteção	45
5.2.7.1 Nível de Integridade de Segurança	46
5.2.7.2 Sistemas Instrumentados de Segurança	46
5.3 Gerenciamento de Mudanças	47
5.3.1 MOC para a Indústria de Processo	48
5.3.2 Requisitos para MOC	49

5.3.3 Procedimento de Mudanças	49
5.3.4 Identificação e Avaliação	50
5.3.5 Autorização e Implantação das Mudanças	51
5.3.6 Treinamento após uma Mudança	52
5.4 Procedimentos Operacionais	53
5.4.1 Benefícios de Procedimentos Operacionais	55
5.4.2 Descrições dos Procedimentos Operacionais	56
5.4.3 Documentações de Procedimentos Operacionais	57
5.4.4 Responsabilidades dos Procedimentos Operacionais	57
5.4.5 Revisão de Procedimentos Operacionais	58
5.4.6 Distribuição dos Procedimentos Operacionais	59
5.4.7 Controle e Registros de Procedimentos Operacionais	59
5.4.8 Procedimentos Operacionais Normais e Temporários	60
5.5 Práticas Seguras de Trabalho	60
5.5.1 Preparação para Trabalho de Alto Risco	61
5.5.2 Isolamento de Equipamentos, Bloqueio e Etiquetagem	61
5.6 Treinamentos Operacionais	61
5.7 Integridade Mecânica	63
5.7.1 Confiabilidade e Integridade Mecânica	65
5.7.2 Desenvolvendo um Processo de Integridade de Ativos	65
5.7.2.1 Qualificações e Treinamento	66
5.7.2.2 Coleta de Dados e Análise	66
5.8 Revisão de Segurança de Pré-partida	66
5.9 Resposta e Controle a Emergência	71
5.10 Investigação de Incidentes	72
5.11 Segurança de Empresas Contratadas	78
5.11.1 Planejamento e Identificação de Riscos	79

5.11.2 Qualificação e Seleção de Empresas Contratadas	80
5.12 Auditorias em Gerenciamento de Segurança de Processo	80
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6.1 Sugestões para trabalhos futuros	83
REFERÊNCIAS	86
REFERENCIAS CONSULTADAS	87
GLOSSÁRIO	90

1 INTRODUÇÃO

Os riscos presentes em nosso cotidiano nos levam a conhecê-los, desafiá-los e em alguns casos até superá-los com o intuito de se ter total controle sobre eles. Os riscos existentes nos diversos processos de produção devem ser gerenciados de acordo com o risco do processo. As complexas instalações químicas e petroquímicas de produção que lidam com produtos e situações que oferecem risco ao ser humano, ao meio ambiente e ao patrimônio, que proveem barreiras múltiplas de proteção contra os vários tipos de acidentes capazes de ocorrer durante sua operação, focaram em desenvolver sistemas de gerenciamento de segurança de processo como forma de suportar diariamente os riscos presentes em todos os tipos de processos, sejam eles de forma contínua ou em lotes (batelada). Os principais desastres da indústria química e petroquímica incluem *Bhopal* (1984), na Índia, incidente que resultou em mais de 2.500 mortes, e em outubro de 1989 na *Phillips Petroleum Company, Pasadena, Texas*, que causou 23 mortes e 132 feridos, entre outros terríveis acidentes de processo da indústria química nos últimos 30 anos (MURTI, 1991 apud FREITAS et al., 2001).

Conforme demonstra a tabela 1, é possível verificar os últimos acontecimentos neste aspecto, envolvendo a indústria química e petroquímica mundial. Embora estes grandes acidentes envolvendo produtos químicos altamente perigosos tenham chamado a atenção das autoridades americanas para o potencial de grandes catástrofes, vazamentos químicos perigosos continuam a representar uma ameaça significativa para os trabalhadores e a dar um novo impulso, internacional e nacionalmente, às autoridades para que desenvolvam ou considerem a legislação e regulamentos destinados a eliminar ou minimizar o potencial para tais eventos acontecerem (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000).

Conforme citado por Rosenthal, Kleindorfer e Elliottc (2006) o papel do gerenciamento de segurança de processo na prevenção de acidentes de alta consequência descreve a fundamentação para a hipótese de que uma instalação com tal programa é o condutor central na prevenção de acidentes. Este raciocínio tem sido incorporado implicitamente na Occupational Safety and Health Administration (OSHA), por meio do Process Safety Management Standard (PSM), e da gerenciamento do risco da Environmental Protection Agency (EPA). Contudo, é

possível observar que gerenciamento de segurança de processo vai muito além desses elementos, pela incorporação de práticas seguras sobre integridade mecânica e sistemas de controle e eficiência de produção como forma de prevenir perdas e ocorrências indesejáveis.

Tabela 1– Acidentes Químicos em diversos países entre 1974 e 2005

Local do acidente	Data do acidente	Tipo do evento	Resultados das consequências
Flixborough, Reino Unido	1974	Explosão e incêndio	28 mortos e mais de 100 feridos
Seveso, Itália	1976	Reação descontrolada, liberação atmosférica.	Contaminação em larga escala da fauna e flora
Pojuca, Brasil	1983	Explosão e incêndio de trem com gasolina	111 mortos
Bhopal, Índia	1984	Reação descontrolada, liberação atmosférica.	2500 mortos e mais de 100000 feridos
Basileia, Suíça	1986	Incêndio.	Contaminação em larga escala da fauna e flora
Chernobyl, Ucrânia	1986	Incêndio, Reator nuclear.	31 mortos e evacuação de 130 mil pessoas
Cubatão, Brasil	1986	Vazamento, seguido de um incêndio.	Morte de 93 pessoas
Goiânia, Brasil	1987	Vazamento, césio 137	7 mortos, 129 pessoas contaminadas
Pasadena, Estados Unidos.	1989	Explosão e incêndio	23 mortos e mais de 100 feridos
Longford, Austrália	1998	Explosão e incêndio	2 mortos e perdas financeiras de mais de 1 bilhão de dólares devido corte no suprimento de gás
Enschede, Holanda	2000	Explosão e incêndio	22 mortos e mais de 1000 feridos
Toulouse, França	2001	Explosão e incêndio	30 mortos e mais de 2000 feridos
Texas, Estados Unidos.	2005	Explosão e incêndio	15 mortos 130 feridos

Fonte: Elaborado pelo autor

Acidentes envolvendo processos químicos na década de 1970, tais como *Flixborough* (Reino Unido) e *Seveso* (Itália), levaram a um aumento significativo das preocupações da sociedade sobre a segurança de instalações de processamento químico. Em geral, foram desenvolvidos regulamentos em resposta a estes fatos, com foco na prevenção de acidentes por meio do melhor controle técnico dos aspectos abrangidos no âmbito de processos químicos.

A ocorrência contínua de catástrofes na indústria de processo conforme se detalha na tabela 1, desencadeou um conjunto inicial de regulamentos de segurança na indústria e regulamentou o paradigma sobre o nexo de probabilidade de falhas ocorrerem. O principal impulso do paradigma foi manter a prevenção de acidentes por meio da segurança de processo com técnicas adequadas. Este "novo"

paradigma foi implicitamente incorporado à norma OSHA 3132, Process Safety Management (PSM).

A figura 1 mostra a diminuição da quantidade de óbitos na indústria química do Brasil entre os anos de 2001 a 2008, comparando os óbitos de maneira geral aos óbitos relacionados com acidentes de processo. Esta visão foi modificada ainda mais após a segunda grande guerra mundial, quando os Estados Unidos da América começaram a estudar a possibilidade de redução de prêmios de seguros e a necessidade de proteção das empresas frente a riscos de acidentes. Surgia nesta época então o Gerenciamento de Riscos.

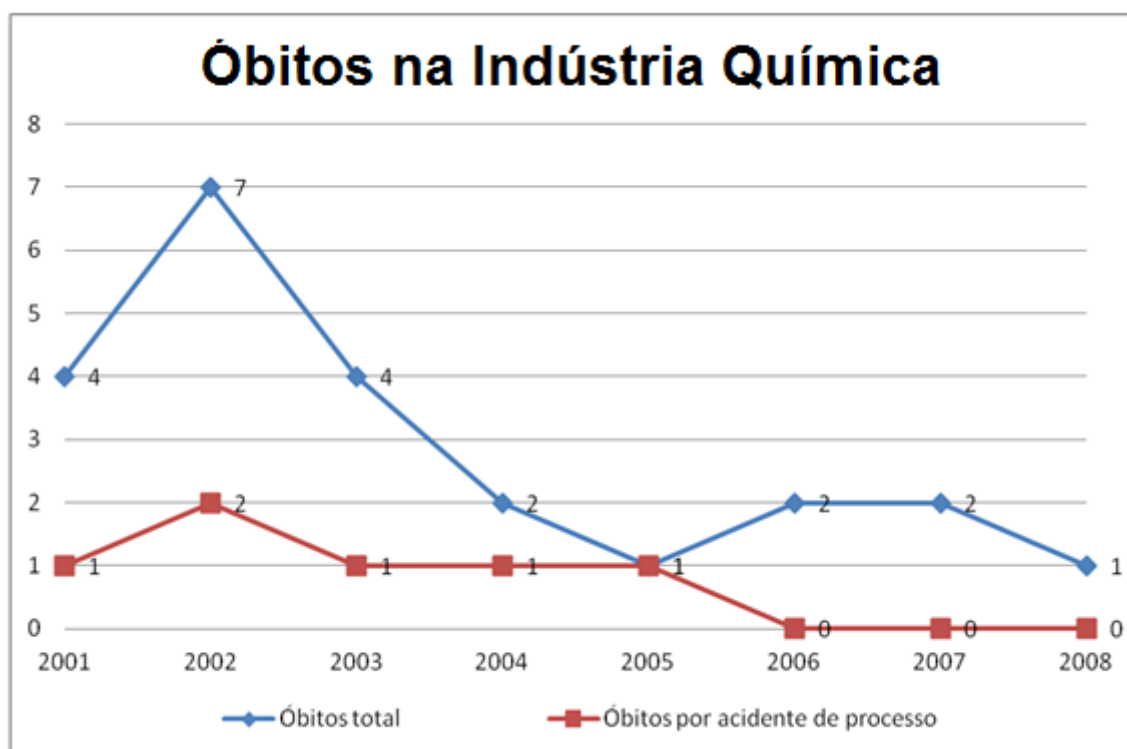


Figura 1 – Óbitos na Indústria Química Brasileira

Fonte: Adaptado pelo autor com dados da Associação Brasileira das Indústrias Químicas (2011)

Entretanto, quando os prêmios de seguros de acidentes de trabalho começaram a aumentar os valores envolvidos, o trabalho de prevenção de acidentes e gerenciamento de risco passou a ser mais respeitado. A diminuição na frequência dos acidentes pode ser observada na figura 2, onde os números da indústria química do Brasil com o passar dos anos, comparados aos demais países e associações mundiais, mostra que os números são decrescentes em relação à

frequência de acidentes por milhão de horas de exposição.

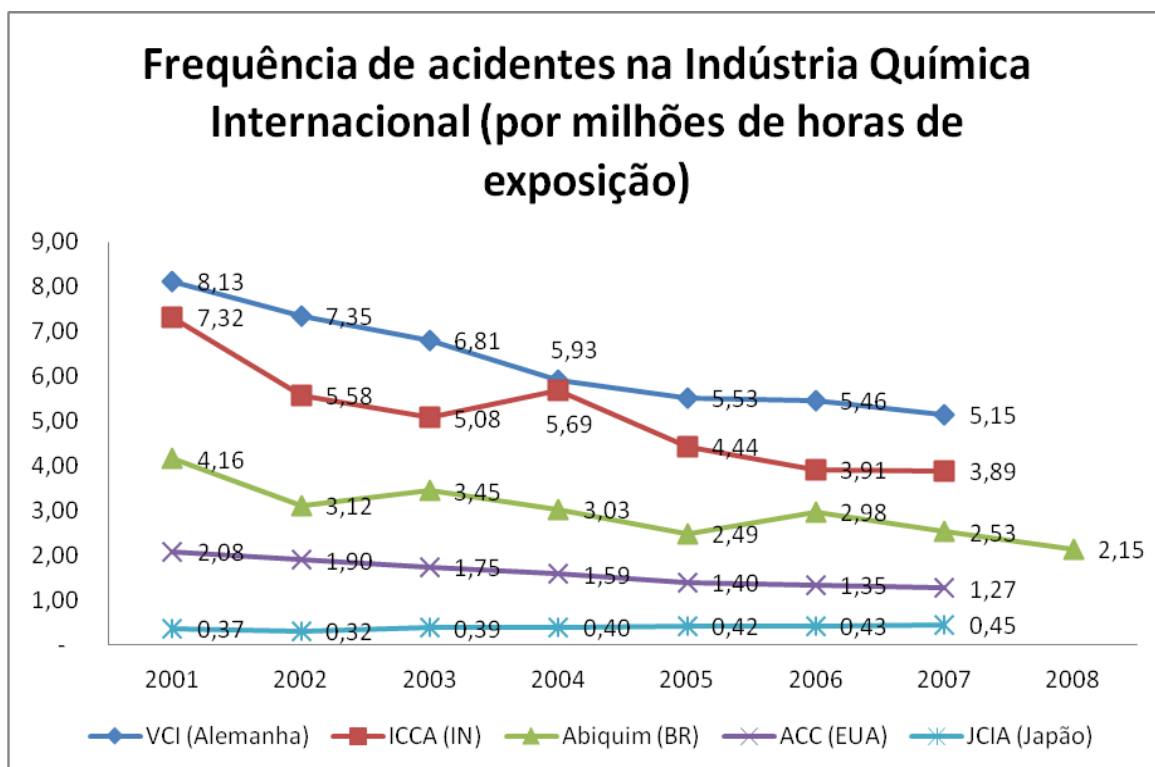


Figura 2 – Frequência de Acidentes da Indústria Química Internacional

Fonte: Adaptado pelo autor com dados da Associação Brasileira das Indústrias Químicas (2011)

A Japan Chemical Industry Association (JCIA) tem quase 180 empresas, com 80 organizações envolvidas na fabricação e manipulação de produtos químicos e serviços relacionados. Com a idéia básica de convivência e cooperação com a sociedade, há quase 60 anos, a JCIA comprometeu-se ativamente com a missão de promover o desenvolvimento estável da indústria química no Japão. Adicionalmente, o International Council of Chemical Association (ICCA), reunião das associações de química do mundo, engajou-se voluntariamente nas iniciativas globais para resolver os problemas que as empresas químicas enfrentam incluindo questões relacionadas ao meio ambiente e à segurança.

O International Council of Chemical Association (ICCA) é a voz mundial da indústria química que representa fabricantes de produtos químicos em todo o mundo. O ICCA promove e coordena o *Responsible Care* e outras iniciativas voluntárias da indústria química, desempenhando um papel importante na troca de informações dentro da indústria internacional e no desenvolvimento das declarações

de posição sobre questões políticas. Também mantém um canal de comunicação entre a indústria e várias organizações internacionais, incluindo as Nações Unidas e a Organização Mundial do Comércio, que se preocupam com a saúde e o meio ambiente. Respondendo à necessidade de uma presença global, o ICCA foi criado em 1989 para coordenar os trabalhos de empresas químicas e associações sobre temas e programas de interesse internacional.

Por sua vez, o conselho americano de química, American Chemistry Council (ACC), além de produzir pesquisas inovadoras, possui programas e iniciativas de foco na antecipação e prevenção de acidentes, bem como em educar o público sobre como usar produtos químicos com segurança. Apoia os esforços para modernizar as substâncias tóxicas para refletir os avanços no conhecimento científico e as aplicações da química. A mais recente iniciativa da ACC é a campanha de relações públicas *Essential 2* de 35 milhões de dólares de investimentos. Esta campanha tenta melhorar a imagem das indústrias químicas, enfatizando a importância de produtos da indústria química, especialmente plásticos para a vida cotidiana, e usando o termo *química americana*, em vez de indústria química.

A *Verband der Chemischen Industrie* (VCI) representa os interesses em segurança e meio ambiente de mais de 1.600 empresas químicas na Alemanha, o que significa quase 90% da totalidade das indústrias deste país.

No Brasil, o programa de atuação responsável da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), tem como objetivo auxiliar as associadas no entendimento, implementação, manutenção, avaliação e aprimoramento do Programa Atuação Responsável. Reafirma o compromisso assumido pela indústria química brasileira, a partir de abril de 1992, quando da adoção do Programa Atuação Responsável no Brasil, e atende os elementos chaves do *Responsible Care Global Charter* do *The International Council of Chemical Associations* (ICCA) de 2006. Para a aprovação do Sistema de Gestão do Programa Atuação Responsável, foi necessário o envolvimento e empenho de um grande número de profissionais das empresas químicas associadas a ABIQUIM.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho è a proposta de um programa de gerenciamento de segurança de processo em plantas químicas e petroquímicas aplicando os requisitos das normas API RP 750 – *Management of Process Hazards* e ABNT NBR 15662 – Gerenciamento de riscos de explosões.

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar a importância da implementação de programas de gerenciamento de riscos de processo nas indústrias químicas e petroquímicas como forma de prevenção de acidentes. Enfoca o problema de como gerenciar os riscos existentes em uma planta química ou petroquímica antes que os mesmos desencadeiem graves acidentes. Existe a necessidade de se tratar os pontos vulneráveis na elaboração de um plano de ação adequado como resultado desta análise.

A ideia principal é a comparação das normas API RP 750 e ABNT NBR 15662 em um programa de gerenciamento de segurança de processo em empreendimentos industriais químicos e petroquímicos cujo resultado visa demonstrar a aplicabilidade destas normas. Estas técnicas procuram propor medidas para eliminar, mitigar ou controlar em níveis aceitáveis os riscos presentes nas instalações químicas e petroquímicas.

3 ANÁLISE HISTÓRICA

O *Chemical Center Of Process Safety* (CCPS), centro de segurança de processo das indústrias químicas dos Estados Unidos da América, define *Process Safety Management* (PSM) como sendo a essência de todos os programas de gerenciamento de risco moderno devido a sua abrangência, decorrentes da compreensão da segurança de uma instalação em seu gerenciamento global do risco e não apenas de fatores isolados. Porém, as questões de confiabilidade e eficiência devem ser levadas em conta, pois esses fatores contribuem diretamente para o gerenciamento de segurança de processo e possuem ligação direta com a integridade mecânica.

Os regulamentos e normas que abrangem o gerenciamento de risco estão distribuídos entre os países de diferentes formas:

- a) Estados Unidos - (OSHA, *Process Safety Management*; 29 CFR 1910.119); *American Petroleum Institute* (API);
- b) Reino Unido - *Risk Management Plan* (RMP), CIMAH Regulations;
- c) Itália – Legislação da União Europeia, *Seveso II ILO Convention* no. 174 & Rec. 181;
- d) Código Internacional, *International Maritime Organization*- IMO;
- e) Brasil - CETESB/SP e outros órgãos ambientais estaduais, IBAMA, ABIQUIM, Normas Regulamentadoras (NR), ABNT (Normas Brasileiras).

Em julho de 1990, a OSHA publicou no Registro Federal dos Estados Unidos da América o padrão 55FR 29150, proposto para a gestão de Segurança de Processos, contendo requisitos para a gestão de riscos associados a processos de produção que utilizam produtos químicos perigosos, a fim de ajudar a garantir a segurança e locais de trabalho seguros. O padrão OSHA proposto enfatizou a gestão de riscos e estabeleceu um programa de gestão abrangente com tecnologias integradas, procedimentos e práticas de gerenciamento de risco. O anúncio da proposta de regulamentação deste padrão provocou comentários sobre todos os aspectos da norma proposta para gerenciamento de segurança de processos.

De novembro de 1990 até junho de 1991, a OSHA recebeu mais de 175 comentários em resposta ao anúncio da proposta de regulamentação deste padrão. E além desses comentários, as audiências resultaram em quase 4.000 páginas de

testemunhos sobre o tema. Após quatro meses houve a publicação do padrão OSHA proposto para o gerenciamento de segurança de processo. O processo PSM da OSHA é uma metodologia que se aplica principalmente às indústrias de transformação, particularmente àquelas que envolvem produtos químicos, equipamentos de transporte e de produtos metálicos. Incluem também petróleo e gás, armazenagem de produtos agrícolas, eletricidade, serviços sanitários e comércio atacadista. Também se aplica à pirotecnia e aos fabricantes de explosivos, como também, por meio de outras normas OSHA, aplica-se às disposições dos contratados que trabalham em instalações como estas. (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000)

No Reino Unido, o regulamento para controle dos acidentes perigosos, *Control of Industrial Major Accident Hazards* (CIMAH), aplica-se a aproximadamente 1100 estabelecimentos que têm o potencial de causar acidentes graves, devido ao uso ou armazenamento de substâncias perigosas, tais como produtos de petróleo, gás natural, produtos químicos e explosivos. Os regulamentos são implementados por uma autoridade competente nas áreas de saúde, meio ambiente e segurança, garantindo a proteção das pessoas e do meio ambiente.

O acidente de Seveso na Itália em 1976 levou à adoção de legislação com vistas à prevenção e ao controle de acidentes. Aplica-se às instalações industriais, onde substâncias perigosas estão presentes, fornecendo relatórios de segurança, um sistema de gestão de segurança e um plano de emergência interna. Vinte anos depois, a diretiva 9682EC relativa ao controle dos perigos associados a acidentes graves foi chamada de *Seveso II* substituindo a diretiva original *Seveso I*. A *Seveso II* incluiu uma revisão do âmbito e a introdução de novas exigências relativas aos sistemas de gestão de segurança, planejamento de emergência e um reforço das disposições sobre inspeções a serem realizadas pelos estados membros desta diretiva.

O *International Safety Management Code* (ISM CODE), desenvolvido em 1989, estabelece os objetivos de gestão de segurança e requer um sistema de gestão de segurança a ser estabelecido por empresas, definidas como o armador ou qualquer outra empresa que tenha assumido a responsabilidade pela exploração de navios. Estas empresas são obrigadas a estabelecer e implementar uma política para a realização destes objetivos, incluindo os recursos necessários e o apoio em terra e mar. Os procedimentos exigidos pelo código devem ser documentados e

compilados em um manual de gestão de segurança, cuja cópia deve ser mantida a bordo dos navios. O *International Maritime Organization* (IMO) é a agência especializada das Nações Unidas com responsabilidade para a segurança de navegação e a prevenção da poluição marinha por navios.

No Brasil, órgãos ambientais, com a finalidade de emitir e/ou de renovar licenças de operação para plantas industriais, elaboraram manuais de orientação para estudos de análise de riscos. Dentre esses órgãos, ressalta-se a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que foi o primeiro deles a preparar um manual de orientação para esta finalidade.

A CETESB possui a norma P 4.261 - Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos, delimitando as recomendações e medidas resultantes do estudo de análise e avaliação de riscos para a redução da frequência e consequências de eventuais acidentes, devendo ser consideradas parte integrante do processo de gerenciamento de riscos. Entretanto, independentemente da adoção dessas medidas, uma instalação que possua substâncias ou processos perigosos deve ser operada e mantida, ao longo de sua vida útil, dentro de padrões considerados toleráveis, razão pela qual um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) deve ser implementado e considerado nas atividades, rotineiras ou não, de uma planta industrial. O objetivo do PGR é prover uma sistemática voltada para o estabelecimento de requisitos contendo orientações gerais de gestão, com vistas à prevenção de acidentes.

O escopo apresentado na norma técnica P 4.261 da CETESB, se aplica a empreendimentos de médio e grande porte, devendo contemplar informações de segurança de processo; revisão dos riscos de processos; gerenciamento de modificações; manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos; procedimentos operacionais; capacitação de recursos humanos; investigação de incidentes; Plano de Ação de Emergência (PAE); Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e auditorias.

3.1 Normas Regulamentadoras

No Brasil, em 1978, o Ministério do Trabalho Brasileiro (MTB) aprovou as Normas Regulamentadoras (NR) relativas à segurança e à medicina do trabalho. Através dessas normas estabeleceu-se, segundo critérios de risco e número de

colaboradores das empresas, a obrigatoriedade de serviços e programas responsáveis pelas questões relativas à saúde e segurança no ambiente de trabalho. As normas regulamentadoras são elaboradas e modificadas por comissões tripartites específicas compostas por representantes do governo, empregadores e colaboradores.

Dentre as 35 NR vigentes, o quadro 1 mostra as normas regulamentadoras que mais se destacam pela conexão direta na prevenção de acidentes em atividades realizadas em plantas químicas ou petroquímicas.

Norma	Propósito
	continua
NR 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT),	É responsável por aplicar os conhecimentos específicos de engenharia de segurança e medicina do trabalho, de forma a reduzir ou até eliminar os riscos à saúde do trabalhador.
NR-05 - Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPA)	Têm os objetivos de conhecer as condições de risco nos ambientes de trabalho, solicitar medidas para reduzir e até eliminar os riscos existentes e promover as normas de segurança e saúde dos trabalhadores.
NR 6 - Equipamento de Proteção Individual (EPI)	Trata sobre a fabricação nacional ou estrangeira de equipamentos de proteção individual, destinados a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.
NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)	Tem como objetivos a promoção e a preservação da saúde dos trabalhadores, baseando-se em um caráter de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados com o trabalho.
NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)	Deve incluir o reconhecimento dos riscos ambientais (físicos, químicos e biológicos) existentes nos ambientes de trabalho que são capazes de causar danos à saúde do trabalhador, bem como a implantação de medidas de controle.
NR 10 - Serviços em Eletricidade	Estabelece os requisitos e condições mínimas exigidas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem com instalações elétricas, em suas etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção, bem como de quaisquer trabalhos realizados em suas proximidades.
NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais	Estabelece normas de segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras.
NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão	Estabelece os procedimentos obrigatórios nos locais onde se situam as caldeiras de qualquer fonte de energia, projeto, acompanhamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país.
NR14 - Fornos	Estabelece os procedimentos mínimos, fixando construção sólida, revestida com material refratário, de forma que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo o máximo de segurança e conforto aos trabalhadores.

Norma	Propósito
	conclusão
NR17 - Ergonomia	Visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, incluindo os aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho.
NR 20 - Líquidos Combustíveis e Inflamáveis	Estabelece a definição para líquidos combustíveis, líquidos inflamáveis e Gás liquefeito de petróleo, parâmetros para armazenar, como transportar e como devem ser manuseados pelos trabalhadores.
NR 23 - Proteção contra incêndios	Estabelece os procedimentos que todas as empresas devem possuir, no tocante à proteção contra incêndio, a saídas de emergência para os trabalhadores, equipamentos suficientes para combater o fogo e pessoal treinado no uso correto.
NR 26 Sinalização de Segurança	Tem por objetivo fixar as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando, delimitando e advertindo contra riscos.
NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados	Tem por objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nesses espaços.
NR35 - Trabalho em Altura	Estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, como o planejamento, a organização e a execução, a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores com atividades executadas acima de dois metros do nível inferior, onde haja risco de queda.

Quadro 1 – Normas regulamentadoras aplicáveis

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Brasil (1978)

3.2 Diferenças entre a Segurança do Trabalho e Segurança de Processo

Indústrias ou profissionais dedicados têm concentrado os esforços principalmente no controle de lesões dos colaboradores no trabalho. O engenheiro de segurança do trabalho geralmente está lidando com os perigos que já existem há muito tempo, muitos dos quais são aceitos como necessários para as operações. Muitas vezes é dada mais importância em ensinar os funcionários a trabalhar dentro deste ambiente do que na eliminação dos perigos.

Por outro lado, o gerenciamento de segurança de processo é focado principalmente em processos e gerencia a conectividade entre os vários tipos de perigos existentes no processo produtivo desde a concepção do projeto até o produto final de qualquer ramo de atividade.

A segurança de processo está cada vez mais considerando questões que têm sido tradicionalmente itens de preocupações de segurança industrial. Em alguns casos, a negligência destas questões tem causado graves incidentes. Em resumo, as atividades de segurança industrial são projetadas para proteger os trabalhadores no ambiente da indústria. Extensas normas impostas por códigos federais ou regulamentos preveem um local de trabalho seguro.

De maneira concisa, pode-se definir gerenciamento de risco como sendo a aplicação sistemática de processos de gerenciamento, procedimentos, normas e práticas de análises, avaliação e controle dos riscos com o objetivo de proteger os funcionários, os ativos, o público em geral, o meio ambiente e as instalações, evitando assim a interrupção do processo.

4 NORMAS APLICÁVEIS

O levantamento bibliográfico teve como principais bases de dados a consulta às normas Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Environmental Protection Agency (EPA), American Petroleum Institute (API), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), porém, com foco principalmente em compilar as informações sobre a abrangência das normas API e ABNT para delimitar o escopo da pesquisa.

O American Petroleum Institute (API) mantém mais de 500 documentos que se aplicam a muitos segmentos da indústria de petróleo e gás, perfuração de poços de petróleo e proteção ambiental. Documentos API defendem práticas de engenharia, operação e segurança em equipamentos. As normas API foram desenvolvidas para as refinarias, as operações de petroquímicas, e principalmente instalações de processamento.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio dos organismos de normatização e das comissões de estudos especiais formadas por representantes dos setores envolvidos como produtores, consumidores, universidades, laboratórios e outros, faz a preparação das normas NBR.

4.1 Parâmetros da Norma API RP 750

Os diversos processos de uma planta química ou petroquímica estão sujeitos aos requisitos do programa de prevenção para atender as exigências da OSHA nos Estados Unidos da América e em países que adotaram estas normas como padrão. Outras normas citam como desenvolver um programa de prevenção, porém, em vez disto, a API RP 750 destaca as atividades de prevenção que diferem de outras normas, como da EPA e da OSHA PSM, e centra-se no tipo de informações que podem ser incluídas em um sumário de atividades.

O gerenciamento de segurança de processo com vistas ao atendimento à norma API RP 750 é composto pelos seguintes elementos:

- a) Informações de segurança de processo;
- b) Análise de perigo de processo;
- c) Gerenciamento de Mudanças;
- d) Procedimentos operacionais;

- e) Práticas seguras de trabalho;
- f) Treinamento;
- g) Integridade mecânica;
- h) Revisão de segurança de pré-partida;
- i) Resposta e controle de emergências;
- j) Investigação de incidentes;
- k) Auditorias de gerenciamento de segurança de processo

4.2 Parâmetros da Norma ABNT NBR 15662

O gerenciamento de riscos através desta norma ABNT NBR 15662 – Gerenciamento de Riscos de Explosões aplica-se a todas as fases de um projeto; conceitual, preliminar, projeto básico e detalhamento, construção, ensaios e pré-partida. Aplica-se para projetos de instalações industriais e/ou comerciais que tenham riscos de ocorrer explosão dentro de seus limites de propriedade decorrente da ignição de uma mistura explosiva. Considera as fases operacionais como qualificação, partida, operação, parada, manutenção, aumento ou redução de produção, descontaminação e desativação da instalação em análise.

O gerenciamento de riscos de explosões pode ser realizado em projetos por meio de verificações técnicas da aplicação de ações capazes de garantir a segurança contra explosão em suas fases de projeto e operação. Os procedimentos para gerenciamento de riscos através dessa norma são compostos pelos seguintes dados:

- a) ensaios e pré-partida;
- b) projetos;
- c) operações seguras;
- d) verificações técnicas;
- e) procedimentos.

Especificamente, os procedimentos de gerenciamento de riscos de explosão são os seguintes:

- a) características sobre a explosividade das substâncias e suas quantidades, ou seja, informações de segurança de processo;
- b) metodologias de análise e de revisão de riscos de explosão, ou seja,

- análise de risco;
- c) programas de manutenção dos dispositivos de segurança contra explosão (integridade mecânica);
 - d) programas de treinamento e qualificação;
 - e) métodos de investigação de acidentes com potencial de riscos de explosão;
 - f) plano de ação de emergência para explosão;
 - g) auditorias de segurança contra explosão;
 - h) gerenciamento de modificações;
 - i) análise crítica do sistema de gerenciamento.

Vale comentar que para atender os parâmetros da norma ABNT NBR 15662, é indispensável a aplicação de outras normas em conjunto com a aplicação da norma NBR 15662, conforme descrito abaixo:

Normas complementares à norma NBR 15662	
NBR ISO 6184-1	Sistemas de proteção contra explosão Parte 1 – Determinação dos índices de explosão dos pós combustíveis no ar.
NBR ISO 6184-2	Sistemas de proteção contra explosão Parte 2 – Determinação dos índices de explosão dos gases combustíveis no ar.
NBR ISO 6184-3	Sistemas de proteção contra explosão Parte 3 – Determinação dos índices de explosão
NBR ISO 6184-4	Sistemas de proteção contra explosão Parte 4 – Determinação da eficácia dos sistemas de supressão de explosão.
NBR 17505-1	Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis Parte 1 - Normas complementares a norma NBR 15662

Quadro 2 – Normas complementares a norma NBR 15662

Fonte: Elaborada pelo autor

Cabe, porém, a observação de que esta norma não se aplica ao dimensionamento de sistemas à prova de explosão e sistemas nucleares.

4.3 Diferenças entre as normas API 750 e ABNT NBR 15662

A similaridade entre estas duas normas se dá em vários elementos e conteúdo, uma vez que a norma API RP 750 serviu de base e consulta bibliográfica para o desenvolvimento da norma ABNT NBR 15662. Porém, a melhor forma de verificar o escopo dessas normas está descrito no quadro 3 por meio de suas particularidades e exceções.

Elemento da Norma	Norma API RP 750	Norma ABNT NBR 15662	Observações
continua			
Informação de Segurança de Processo	Compilação de informações do processo de segurança	Relaciona os parâmetros importantes para se determinar o grau de risco da instalação	Visa que todos os funcionários compreendam os perigos dos produtos químicos
Análise de Perigos de Processo	Processo minucioso para identificar, avaliar e controlar os riscos envolvendo produtos químicos	Metodologia de análise de riscos de explosão durante a revisão dos riscos da instalação	A norma ABNT NBR 15662 pede para que a priorização seja atendida conforme cronograma das ações de segurança
Gerenciamento de Mudança	Assegurar que os funcionários sejam capazes de identificar riscos associados às mudanças	Gestão de modificações na instalação para gerenciar os riscos de explosões	É aplicável em mudanças temporárias, permanentes ou de caráter emergencial
Procedimentos Operacionais	Procedimentos operacionais devem ser escritos para as consequências de desvios de processo e quais ações são necessárias para corrigir e evitar tais desvios	Antes da partida da instalação é necessário elaborar os procedimentos de gerenciamento de risco de explosão	Possuem em seu escopo, operações normais e de emergência
Práticas seguras de Trabalho	Estabelece uma conduta segura para as atividades de operação, manutenção, modificações e controle de materiais que podem afetar a segurança do processo.	Adequabilidade e prática dos procedimentos administrativos e técnicos de segurança da instalação como forma de práticas seguras de trabalho.	Estas práticas geralmente são aplicadas para todo o ambiente de trabalho.
Treinamento	Determina a elaboração de um programa de treinamento e requalificação profissional	Determina que deve ser elaborado um programa de treinamento e requalificação pessoal anualmente na instalação para treinar seus funcionários	A norma API RP 750 menciona uma qualificação mínima necessária para instrutores que serão responsáveis por aplicar os devidos treinamentos para a força de trabalho.

Elemento da Norma	Norma API RP 750	Norma ABNT NBR 15662	Observações
conclusão			
Integridade Mecânica	Diretrizes para cada inspeção e teste em equipamentos críticos ao processo	Delimita procedimentos para um programa de inspeção e manutenção de dispositivos de segurança contra incêndio/explosão.	Deficiências de equipamentos devem ser corrigidas antes de uma nova utilização
Revisão de Segurança de Pré-partida	Aplica-se a projetos, modificações após uma manutenção ou parada programada	Verificação de parâmetros operacionais e das condições de segurança	É realizado antes, durante e após a execução das fases de engenharia do projeto
Resposta e Controle a Emergência	Considera dados internos da planta como layout da planta e os mapas da comunidade, listas com agências e órgãos a serem notificados em caso de emergência	Um plano de ação de emergência para explosão deve ser documentado, integrado a planos pertinentes de continuidade de negócios e gerenciamento de crise	Toda vez que houver uma ocorrência estes planos devem ser revisados e atualizados com informações pertinentes.
Investigação de Incidentes	Investigação de eventos para identificar as cadeias de eventos e as causas.	Métodos de investigação de acidentes com potencial de riscos de explosão	A investigação deve ser feita por uma equipe com pessoas com conhecimento do processo envolvido.
Segurança de Empresas contratadas	-----	----	Não é abordado pelas normas API RP 750 e ABNT NBR 15662
Auditoria de Gerenciamento de Segurança de processo	Os elementos do gerenciamento de risco devem ser auditados periodicamente para garantir a efetividade do processo	Tem como objeto a análise crítica para verificar eficiência e eficácia	Não citam explicitamente um item para auditoria, mas o sistema como um todo.

Quadro 3 – Comparação entre as normas API RP 750 e ABNT NBR 15662

Fonte: Elaborado pelo autor

Assim sendo, decidiu-se adotar de acordo com o exposto no quadro acima, estas duas normas como pilares fundamentais desta pesquisa e também se pode afirmar da sua importância para qualquer organização que queira desenvolver um gerenciamento de segurança de processo. Por haver uma grande variedade de linguagem técnica nesta dissertação, foi inserido um glossário como forma de facilitar a leitura e o entendimento de todos os termos técnicos utilizados nesta literatura.

5 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA DE PROCESSO COM AS NORMAS API RP 750 E ABNT NBR 15662

Um programa de prevenção de perdas ou acidentes através do gerenciamento de segurança de processo deve considerar a participação dos trabalhadores como forma de evidenciar que foram envolvidos aqueles que mais estão expostos às diversas situações e riscos existentes no processo produtivo, fornecendo exemplos de como os funcionários estão envolvidos no desenvolvimento, implementação e manutenção do programa de gerenciamento de segurança de processo, permitindo o acesso destes funcionários a informações sobre programas de prevenção e fazendo referência à existência de um plano de participação de funcionário por escrito.

Ullmann (2005) comenta que a meta de todo esforço concentrado na segurança de uma fábrica é eliminar ou reduzir os riscos possíveis. Isso significa limitar os riscos criados pela instalação a um nível aceitável. Ao mesmo tempo, devem ser respeitados os códigos de engenharia e regulamentos aplicáveis.

Todos os países industrializados adotaram normas e regulamentos para proteger os trabalhadores, terceiros e o meio ambiente. Estes regulamentos empregam várias combinações das seguintes abordagens:

- a) Estabelecer normas para a qualidade das instalações e sua operação segura;
- b) Estabelecer a aprovação ou licenciamento de procedimentos de montagem e operação de plantas e de alterações substanciais;
- c) Requerer inspeções regulares de planta e respectivos equipamentos.

Tanto a norma API RP 750 como a norma ABNT NBR 15662 descrevem em seus elementos, formas de identificar, avaliar e gerenciar corretamente todos os tipos de perigos e riscos para assim tomar as medidas adequadas para reduzi-los. A descrição a seguir desses elementos mostra toda amplitude dessas normas como metodologia de gerenciamento global de riscos de processo.

5.1 Informações de Segurança de Processo

As informações de segurança devem incluir novas substâncias, tecnologia de

processo e informações de equipamentos de processo. Esses itens devem ser avaliados quanto ao risco à segurança, saúde, meio ambiente, durante a avaliação de pré-partida de um equipamento, gerenciamento de mudança, comunicação de riscos relacionados ao produto conforme itens da norma ABNT NBR 15662 ou API RP 750, pois as duas normas consideram tal elemento em suas seções.

A norma API RP 750 descreve esse item como sendo a compilação de informações de segurança que permite que os funcionários envolvidos na operação identifiquem e compreendam perigos ocasionados por processos que envolvem produtos químicos.

A norma ABNT NBR 15662 relaciona parâmetros importantes do processo como nível de inflamabilidade, limites de explosividade, temperatura de ebulição, etc, para se determinar o grau de risco da instalação.

As informações de equipamentos de processo devem incluir materiais de construção, o Piping and Instrument Diagram (PI&D), classificação elétrica, projeto dos sistemas de alívio, projeto dos sistemas de ventilação, códigos de projetos e normas empregadas, sistemas de segurança (sistemas de detecção e supressão, inter travamento) e balanço material e energético dos processos. (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000)

Existem três tipos básicos de documentação a ser mantida (isto é, riscos químicos, tecnologia de processo e informações de equipamentos) e como esta informação é usada para apoiar o programa de prevenção de acidentes. Interações com os outros elementos do gerenciamento de segurança de processo, tais como treinamento, integridade mecânica e gerenciamento de mudanças, também pode ser relacionado a este elemento da norma. Isso ajuda a demonstrar que o programa de prevenção de acidentes está altamente integrado e que elementos individuais complementam uns aos outros para suportar um sistema de prevenção de acidentes.

O quadro 4 apresenta como exemplo, um modelo de lista de documentos relacionados com informações de segurança de processo, onde é possível se ter uma amostra de quais documentos estão envolvidos neste processo.

INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSO	DOCUMENTO
Materiais de Construção	Dados do(s) equipamento(s); Classificação de tubulações; P&ID
Diagrama de Instrumentação e de tubulações (P&IDs)	P&ID
Diagrama da classificação elétrica	Fluxograma da classificação da área
Projeto do Sistema de Alívio e cálculos envolvidos, incluindo sistema de flare	Dados e fluxograma do Sistema de Alívio
Projeto do Sistema de Ventilação e cálculos envolvidos	API RP-752, API RP-753
Lista das Normas, Leis, e Códigos aplicáveis ao processo	Dados de Segurança de Processo; Dados de Segurança de Equipamento(s); Classificação das Tubulações; P&ID;
Sistemas de Segurança de Processo (exemplo: intertravamentos, sistemas de detecção, etc)	Diagramas elétricos e eletrônicos
Dados mecânicos/Dados de projetos para equipamentos de processo	Instruções de Segurança; Dados do(s) equipamento(s); Classificação de tubulações; P&ID
Desenhos de equipamento de fabricação (desenhos originais para uso de base para futuras modificações)	Desenhos de Equipamentos
Desenho isométrico de tubulações	Mapoteca de Desenhos
Diagrama de Sistema de Controle Lógico, tabelas de loopings e interlocks.	Diagramas da lógica e tabelas dos interlocks são parte do sistema de produção e dos fluxogramas.
Fluxograma de processo incluindo composição, vazão de vapor e condições ou diagrama de bloco para processos simples.	Diagrama do processo
Riscos relacionados com reações químicas indesejadas	Procedimentos Operacionais
Balanco de energia e de material	Deve ser mostrado no fluxograma do processo. No mínimo devem ser indicados a temperatura, pressão, vazão, pressão, cargas e equipamentos.
Parâmetros para limites altos e baixos para temperatura, pressão, vazão, composição. Indicar as consequências para os desvios destes.	Procedimentos de Segurança
Permissões relevantes e certificações (ex: atendimento às agências reguladoras e ambientais ou outras)	Permissão de agência ambiental e documentação relacionada
Informações de produtos	MSDS/FISQP

Quadro 4 - Modelo de lista de documentos de processo necessários para o gerenciamento de informação de segurança de processo

Fonte: Elaborado pelo autor

Deve-se assegurar que o processo foi projetado em conformidade com as boas práticas de engenharia, conformidade com regulamentações federais, informações específicas do setor de segurança na própria concepção ou com conformidade específica do setor, com códigos e padrões que podem ser utilizados

para demonstrar esta conformidade.

O processo de informação de segurança deve incluir informações quanto à localização da instalação, projetos dos equipamentos, estruturas e layout, características dos produtos produzidos, tecnologia envolvida, estruturas e equipamentos usados nas respectivas operações e conformidade com a legislação.

As informações de segurança do processo também relacionam informações relativas aos perigos dos produtos químicos classificados como perigosos referentes à matéria-prima, insumos e produtos acabados.

A informação de segurança de processo envolve procedimentos documentados para conduzir análise de perigo de processo, onde devem ser avaliadas informações como perigo e risco de produtos químicos, informações de tecnologia do processo, informações de equipamentos, etc.

A informação de perigo dos produtos químicos que envolvem todo o ciclo de produção deve estar claramente definida, incluindo departamentos que manuseiam produtos perigosos quanto às informações de toxicologia e de inflamabilidade, limites de permissão para exposição, dados físicos, dados de reatividade, dados de corrosividade e de estabilidade química e térmica, e avaliação dos efeitos do perigo quando misturas de diferentes materiais forem conduzidas inadvertidamente.

As fichas de informação de segurança de produto químico (FISPQ) devem ser consultadas sempre para compilar informações nos respectivos procedimentos sendo necessárias as informações quanto ao manuseio de produtos perigosos ou inflamáveis.

As informações de segurança das substâncias utilizadas no processo, como também a tecnologia utilizada, devem ser avaliadas e os documentos envolvidos atualizados quanto a diagramas de fabricação de processo, química do processo, balanço material e energético dos processos, inventário máximo e mínimo, limites de segurança mínimos e máximos tais como temperatura pressão, nível, vazão e composição.

As informações de equipamentos devem incluir materiais de construção, o Piping and Instrument Diagram (PI&D), classificação elétrica das áreas produtivas, especificação dos sistemas de alívio, códigos de projetos e normas empregadas, e sistemas de segurança (sistemas de detecção e supressão, intertravamento).

Por sua vez a norma ABNT NBR 15662 não cita nenhum detalhe específico dos documentos que se pode relacionar com informações de segurança de

processo, embora cite o tipo de informação que tem relevância para prevenir acidentes com explosões e apresenta “*check-lists*” para dispositivos de segurança de explosão.

5.2 Análise de Perigos de Processo

A norma ABNT NBR 15662 descreve a metodologia de análise de riscos de explosão durante a revisão dos riscos da instalação, utilizando as técnicas APP e HAZOP. Devem ser apresentadas uma relação das ações de mitigação de riscos e a priorização na implementação, conforme cronograma de implantação dessas ações de segurança.

A análise de riscos de processo segundo a norma API RP 750, é um processo minucioso de abordagem ordenada e sistemática para identificar, avaliar e controlar os riscos de processos envolvendo produtos químicos perigosos. A metodologia de análise de risco selecionada deve ser apropriada à complexidade do processo e deve identificar, avaliar e controlar os perigos nele envolvidos.

Uma análise de risco deve usar um ou mais dos seguintes métodos, conforme apropriado, para determinar e avaliar os riscos do processo em análise; Lista de Verificação, What-if/checklist, estudo de operabilidade (HAZOP), Modo de falha e análise de efeitos (FMEA), ou uma metodologia adequada e equivalente.

Este elemento da norma também deverá abordar as atualizações e revalidações de estudos de análises de risco para demonstrar que esta é uma prática em curso em plantas químicas ou petroquímicas.

Finalmente, a análise de riscos consiste em quatro etapas principais: identificação de um conjunto de casos de falhas, cálculo das consequências, estimativa das probabilidades de falha e avaliação do impacto global.

Análises de perigos em plantas químicas são muitas vezes feitas no final do projeto, porém, pode ser aplicada nas instalações existentes ou em desenhos onde é a única alternativa para controlar os perigos associados em alterações de projetos ou reformas de unidades e/ou equipamentos existentes, para adicionar dispositivos de proteção antes da conclusão final do projeto.

5.2.1 Metodologia de Identificação, Análise e Avaliação de Riscos

As principais técnicas aplicadas pela engenharia para análise de risco de acordo com Fantazzini e De Cicco (1994) estão descritas a seguir para com isto ser possível a diferenciação entre as várias técnicas, como também explicar a aplicação de cada uma delas.

Brown publicou dois artigos versando sobre a metodologia de análise de riscos e a avaliação de riscos industriais (BROWN; BUCHLER, 1998; BROWN; BUCHLER, 1999). Brown (1999; 2000) publicou artigos na revista norte americana "Process Safety Progress" sobre a importância do uso da metodologia de análise de risco para avaliar a segurança em plantas industriais como uma forma de investimento na otimização de custos industriais e recomenda técnicas específicas para cada fase dos projetos de engenharia de instalações industriais, visando a prevenção de e/ou proteção de potenciais de perdas materiais, humanas e danos ao meio ambiente que possam surgir desde a fase de projeto ou durante a vida útil destas instalações.

Brown (2004) publicou artigo na revista norte americana "Process Safety Progress" sobre a importância da aplicação da metodologia de análise de risco para plantas industriais de pequeno porte, principalmente nestas pequenas plantas onde a devida importância deve ser dada ao fator segurança quanto ao quesito produção, recomendando o emprego de análise de conformidade a se realizar a 80% do avanço do projeto de detalhamento e que segurança não seja item a ser cortado em análise econômica deste tipo de projeto.

Alguns exemplos citados por Kletz (2009) argumentam fortemente para a movimentação da indústria em direção a uma abordagem de segurança de processo e sistemas de confiabilidade (chamados de sistemas de segurança na indústria) como ainda sendo a ênfase principal.

5.2.2 Técnica de Incidentes Críticos (TIC)

A Técnica de Incidentes Críticos, também conhecida em português como Confessionário e em inglês como "*Incident Recall*", é uma análise operacional, qualitativa, de aplicação na fase operacional de sistemas, cujos procedimentos envolvem o fator humano em qualquer grau. Estudos realizados revelam que a TIC detecta fatores causais, em termos de erros e condições inseguras, que conduzem tanto a acidentes com lesão, como a acidentes sem lesão e ainda, identifica as

origens de acidentes potencialmente com lesão.

5.2.3 What-IF (WI)

O procedimento *What-If* é uma técnica de análise geral, cuja aplicação é bastante simples e útil para uma abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos. A técnica se desenvolve através de reuniões de questionamento entre duas equipes ou mais.

5.2.4 Análise Preliminar de Perigo (APP)

A Análise Preliminar de Perigo, conhecida como APP, é uma análise inicial desenvolvida na fase de projeto e desenvolvimento de qualquer processo, produto ou sistema, possuindo especial importância na investigação de novos sistemas de alta inovação e/ou pouco conhecidos, ou seja, quando a experiência em riscos na sua operação é carente ou deficiente. A APP consiste no estudo, durante a fase de concepção ou desenvolvimento prematuro de um novo sistema, com o fim de se determinar os riscos que poderão estar presentes na sua fase operacional.

As principais informações mínimas requeridas para a realização da APP estão indicadas no quadro 5 e podem servir como proposta para a realização desse tipo de análise de risco.

ITEM	INFORMAÇÃO
Região	Dados demográficos Dados climatológicos
Instalações	Premissas de projetos Especificações técnicas de projetos Especificações de equipamento Layout da instalação Descrição dos principais sistemas de proteção e segurança
Substâncias	Propriedades físicas e químicas Características de Inflamabilidade Características de toxicidade

Quadro 5 - Informações necessárias para a realização da APP

Fonte: Elaborado pelo autor

É recomendável que a equipe APP tenha em sua composição, funções e atribuições específicas para se saibam as responsabilidades e áreas de atuação. No quadro 6, essas funções e áreas de atividades estão detalhadas para demonstrar quais responsabilidades podem ser esperadas de cada membro da equipe. É de extrema importância que os envolvidos na APP façam uso de suas experiências para propor recomendações a fim de aumentar a segurança na unidade e/ou processo.

FUNÇÃO	PERFIL / ATIVIDADES
Coordenador	Pessoa responsável pelo evento que deverá definir a equipe para as seguintes tarefas: <ul style="list-style-type: none"> • reunir informações atualizadas, tais como: fluxogramas de engenharia, especificações técnicas do projeto, etc.; • distribuir material para a equipe; • programar as reuniões; • encaminhar aos responsáveis as sugestões e modificações oriundas da APP.
Líder	Pessoa conhecedora da metodologia, sendo responsável por: <ul style="list-style-type: none"> • explicar a metodologia a ser empregada aos demais participantes; • conduzir as reuniões e definir o ritmo de andamento das mesmas; • cobrar dos participantes pendências de reuniões anteriores.
Especialista	Pessoas que estarão ou não ligadas ao evento, mas que detêm informações sobre o sistema a ser analisado ou experiência adquirida em sistemas similares.
Relator	Pessoa que tenha poder de síntese para fazer anotações, preenchendo as colunas, as planilhas da APP de forma clara e objetiva.

Quadro 6 – Composição Recomendável de uma Equipe de APP

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.5 Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE)

A Análise de Modos de Falha e Efeitos é uma análise detalhada, podendo ser qualitativa ou quantitativa, que permite analisar as maneiras pelas quais um equipamento ou sistema pode falhar e os efeitos que poderão advir, estimando ainda as taxas de falha e propiciando o estabelecimento de mudanças e alternativas que possibilitem uma diminuição das probabilidades de falha, aumentando a

confiabilidade do sistema. O bom conhecimento do sistema em que se atua é o primeiro passo para o sucesso na aplicação de qualquer técnica, seja ela de identificação de riscos, análise ou avaliação de riscos.

5.2.6 Estudo de Risco e Operabilidade - HAZOP

O estudo de riscos e operabilidade conhecido como HAZOP (*Hazard and Operability Studies*) é uma técnica de análise qualitativa desenvolvida com o intuito de examinar as linhas de processo, identificando os riscos dos sistemas estudados, checando as salvaguardas existentes e prevenindo problemas através de recomendações para aumentar o nível de segurança.

Para cada linha ou nó analisado durante o HAZOP, é aplicada uma série de palavras-guias, como demonstra a quadro 7 a seguir, identificando os desvios que podem ocorrer caso a condição proposta pela palavra-guia ocorra.

PALAVRA-GUIA	DESVIO
NENHUM	Ausência de fluxo ou fluxo reverso
MAIS	Mais, em relação a um parâmetro físico importante. (Ex.: mais vazão, maior temperatura, mais pressão, etc).
MENOS	Menos, em relação a um parâmetro físico importante. (Ex.: menos vazão, temperatura menor, menos pressão).
MUDANÇAS NA COMPOSIÇÃO	Alguns componentes em maior ou menos proporção, ou ainda, um componente faltando.
COMPONENTES A MAIS	Componentes a mais em relação aos que deveriam existir. (Ex.: fase extra presente, impurezas, etc.)
OUTRA CONDIÇÃO OPERACIONAL	Partida, parada, funcionamento em carga reduzida, modo alternativo de operação, manutenção, mudança de catalisador, etc.

Quadro 7 – Lista de palavras guias e desvios

Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Kletz (1984), no HAZOP "a operabilidade é tão importante quanto a identificação de riscos". Geralmente neste tipo de estudo são detectados mais problemas operacionais do que identificado riscos. Este não é um ponto negativo, muito pelo contrário, aumenta sua importância, pois a diminuição dos riscos está muito ligada à eliminação de problemas operacionais.

5.2.6.1 Especialistas Necessários e suas Atribuições

A interação de pessoas com diferentes experiências estimula a criatividade e gera novas idéias, devendo todos os participantes defender livremente os seus pontos de vistas, evitando críticas que inibam a participação ativa e a criatividade dos integrantes da equipe. No caso de plantas industriais em fase de projeto, a composição básica do grupo de estudo deve ser aproximadamente a seguinte:

- a) líder da equipe: essa pessoa deve ser um perito na técnica HAZOP e, preferencialmente, independente da planta ou projeto que está sendo analisado. Geralmente se utiliza como líder um Engenheiro de Segurança do Trabalho para conduzir o HAZOP. Sua função principal é garantir que o grupo siga técnicas do método HAZOP e que se preocupe em identificar riscos e problemas operacionais, mas não necessariamente resolvê-los, a menos que as soluções sejam óbvias. Esta pessoa deve ter experiência em liderar equipes e deve ter como característica principal a de prestar atenção meticulosa aos detalhes da análise;
- b) responsável do projeto: este normalmente é o engenheiro responsável por manter os custos do projeto dentro do orçamento. Ele deve ter consciência de que quanto mais cedo forem resolvidos os riscos ou problemas operacionais, menor será o custo para contorná-los. Caso ele não seja uma pessoa que possua profundos conhecimentos sobre equipamentos, alguém com estas características também deverá fazer parte do grupo;
- c) engenheiro de processos: geralmente é o engenheiro que elaborou o fluxograma do processo. Deve ser alguém com considerável conhecimento na área de processos;
- d) engenheiro de automação: devido ao fato de as indústrias modernas possuírem sistemas de controle e proteção bastante automatizados, este engenheiro é de fundamental importância na constituição da equipe;
- e) engenheiro eletricitista: se o projeto envolver aspectos importantes de continuidade no fornecimento de energia, principalmente em processos contínuos, esta pessoa também deverá fazer parte do grupo.

Para complementar a equipe de estudo, devem ser incluídas pessoas com

larga experiência em projetos e processos semelhantes ao que será analisado. No caso de estudo de uma planta já existente, o grupo deve ser constituído como segue:

- a) líder da equipe: como no caso anterior;
- b) engenheiro de produção: engenheiro responsável pela operação da planta;
- c) operador experiente da unidade: é a pessoa que conhece aquilo que de fato acontece na planta e não aquilo que deveria estar acontecendo;
- d) engenheiro de manutenção: responsável pela manutenção da unidade;
- e) responsável pela instrumentação: é aquela pessoa responsável pela manutenção dos instrumentos do processo, essa participação pode ser executada tanto por engenheiros de automação como por eletricitas, ou por ambos;
- f) engenheiro de segurança do trabalho: responsável pela investigação dos problemas relacionada à segurança do trabalho da unidade e também os riscos ocupacionais a que os trabalhadores da unidade estão expostos. Também é responsável pela recomendação de medidas de proteção coletiva para a operação segura da unidade.

A correta utilização das palavras de orientação e a determinação de todos os pontos críticos são a garantia que o sistema foi totalmente avaliado, resultando na identificação dos riscos do processo no sistema em função dos parâmetros de processo: temperatura, vazão, concentração, pressão, etc.

Diversos tipos de palavras-guia são utilizados, dependendo da aplicação da técnica. O quadro 8 apresenta as palavras-guia mais utilizadas para o desenvolvimento de um HAZOP, acompanhadas de seus significados.

PALAVRA-GUIA	DESVIOS CONSIDERADOS
NÃO, NENHUM	Negação do propósito do projeto, (ex.: nenhum fluxo)
MENOS	Decréscimo quantitativo. (ex.: menos temperatura)
MAIS, MAIOR	Acréscimo quantitativo. (ex.: mais pressão)
TAMBÉM	Acréscimo qualitativo. (ex.: também)
PARTE DE	Decréscimo qualitativo. (ex.: parte de concentração)
REVERSO	Oposição lógica do propósito do projeto. (ex.: fluxo)

Quadro 8 – Tipos de Desvios Associados com as “Palavras-Guias”

Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 9 apresenta uma lista de desvios aplicáveis a processos contínuos de produção a serem utilizados durante o desenvolvimento de um HAZOP, como também as palavras usadas para guiar as equipes durante a análise de risco.

PARÂMETRO	PALAVRA-GUIA	DESVIO
Fluxo	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhum fluxo Menos fluxo Mais fluxo Fluxo reverso Contaminação
Pressão	Menos Mais	Pressão baixa Pressão alta
Temperatura	Menos Mais	Temperatura baixa Temperatura alta
Nível	Menos Mais	Nível baixo Nível alto
Viscosidade	Menos Mais	Viscosidade baixa Viscosidade alta
Reação	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhuma reação Reação incompleta Reação descontrolada Reação reversa Reação secundária
Fase 1	Bem como	Fase 2

Quadro 9 – Lista de Desvios para HAZOP de Processos Contínuos

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 10 demonstra as diferenças existentes entre a técnica APP e a técnica HAZOP no sentido da utilização como ferramenta de análise de risco utilizada com o propósito correto.

APP	HAZOP
Falha de equipamento (identifica riscos e perigos). A técnica APP pode ser considerada um subconjunto da técnica HAZOP.	Falha de processo (identifica desvios do processo). Nem todo desvio é um perigo, mas todo perigo é um desvio.

Quadro 10 - Diferenças entre APP e HAZOP

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 11 faz uma análise comparativa entre as técnicas APP e HAZOP no sentido da utilização como ferramenta de análise de risco utilizada com o propósito correto. A aplicação de cada ferramenta deve ser estabelecida antes do início do estudo para não causar transtorno ao grupo que está realizando a análise de risco ou tornar o estudo deficiente por falha na escolha da ferramenta adequada.

	APP	HAZOP
Metodologia	Indutiva qualitativa	
Objetivo	Identificação de perigos genéricos	Identificação dos possíveis desvios das condições normais de operação
Aplicação	Fase inicial do projeto	
	Revisão geral de segurança de unidades em operação	
	Modificação de unidades de processo já em operação	
	Uma avaliação das consequências (efeitos) destes desvios sobre o processo	
Vantagens	Qualitativos, não fornecendo estimativas numéricas	Geram informações úteis para análises subsequentes, principalmente, para a Avaliação Quantitativa de Riscos
	Informa as causas que ocasionam cada um dos eventos e respectivas consequências	Sistematicidade, flexibilidade e abrangência para identificação de perigos e problemas operacionais
	Obtenção de uma avaliação qualitativa da severidade das consequências e frequências de ocorrências dos cenários e do risco associados	Maior entendimento, pelos membros da equipe, do funcionamento da unidade em condições normais e, principalmente, quando da ocorrência de desvios, funcionando a análises de forma análoga a um simulador de processo

Quadro 11 - Análise comparativa entre as técnicas APP e HAZOP

Fonte: Elaborado pelo autor

Todos os métodos de análises de riscos citados anteriormente já não são mais inovações nem tão pouco desconhecidos pela maioria das indústrias de processo, porém uma nova tendência nas indústrias deste segmento vem se destacando como forma mais inovadora ainda em se analisar o risco envolvido no segmento e propor salvaguardas evitando eventos indesejados.

5.2.7 Análise de Camada de Proteção

Análise de camada de proteção ou *Layers of Protection Analysis*, LOPA no idioma inglês, é uma abordagem baseada em fundamentos de avaliação de risco com conceitos básicos para ajudar a indústria a tomar decisões de gerenciamento de risco.

Esta análise, com base na norma IEC 61511, fornece informações de

relevância, precisão e segurança para atender às necessidades de tomada de decisão quanto aos riscos de instrumentação de controle de processo e critérios para aceitação de desvios das mesmas juntamente com as técnicas de julgamento.

5.2.7.1 Nível de Integridade de Segurança

Nível de integridade de segurança ou *Safety Integrity Level* (SIL) como é conhecido, é definido como um nível relativo de redução de riscos, fornecida por uma função de segurança, ou para especificar um nível de redução de riscos. Em termos simples, SIL é uma medida de desempenho necessária para uma função de instrumentação de Segurança ou *Safety Instrument Function* (SIF).

Os requisitos para um determinado SIL não são consistentes entre todos os padrões de segurança funcional. Os padrões de segurança funcional Europeu baseados na norma IEC 61508 são definidos, com o SIL nível 4 sendo o mais confiável e o SIL nível 1 sendo o mínimo. Uma análise SIL é determinada com base em uma série de fatores quantitativos em combinação com fatores qualitativos, como o gerenciamento de ciclo de vida de segurança e o desenvolvimento do processo.

5.2.7.2 Sistemas Instrumentados de Segurança

Sistemas instrumentados de segurança ou *Safety Instrumented Systems* (SIS) são usados para fornecer funções de controle de segurança de processos, como por exemplo, desligamento de emergência, detecção de incêndio e funções de purgas em processos químicos. SIS normalmente são compostos de sensores, solucionadores de problemas de lógica e elementos de controle final. Devido à natureza crítica de tais sistemas, a OSHA reconhece a conformidade com o padrão ANSI (*American National Standards Institute*) e ISA (*International Society of Automation*), número de norma 84.00.0, item 5.2.7, para sistemas instrumentados de aplicação de SIS para as indústrias de processo, como uma boa prática de engenharia de segurança. Este é um consenso padrão para o aplicativo do SIS para as indústrias de processo, que é baseado em padrões internacionais da *International Electrotechnical Commission* (IEC).

5.3 Gerenciamentos de Mudanças

A norma ABNT NBR 15662 estabelece que é necessária uma gestão para modificações na instalação que possa gerenciar os riscos de explosões tanto através de procedimentos técnicos e /ou administrativos, operações, equipamentos e treinamento de pessoas. Antes de executar tais modificações deve-se realizar a análise de riscos e obter as respectivas permissões de trabalho e licenças junto a órgãos competentes.

A norma API RP 750 quer assegurar através do gerenciamento de mudanças que os funcionários sejam comprovadamente treinados para identificar os riscos associados às mudanças e tenham autoridade para aprovação das mesmas. Determina que as mudanças realizadas nas instalações e equipamentos existentes na área fabril ou nos produtos sejam priorizadas e avaliadas por equipe envolvida no processo.

Estabelece que as mudanças sejam comunicadas a todos os envolvidos na mudança e aprovadas antes dessas modificações serem feitas, avaliando os riscos quanto à saúde, segurança e meio ambiente, e acompanhar o progresso da mudança verificando se os requisitos estão sendo atendidos.

Conforme citado por Yoo, Lee e Ko (2011), inúmeras atividades, como uma mudança no processo e novas instalações, são executadas em fábricas de produtos químicos com tecnologia de processo, ambiente econômico e gestão de instalações. Esses processos de alterações e novas instalações são executados baseados na tecnologia de segurança. Assim sendo, estes aspectos são de fundamental segurança para o processo, tais como a revisão técnica de processos produtivos, a identificação e a avaliação de riscos. No entanto, às vezes não são tarefas fáceis de realizar devido à falta de experiência, de conhecimento e de pessoal técnico.

A sistematização de gerenciamento de mudanças na indústria de equipamentos foi iniciada como um dos fatores-chave na implementação do gerenciamento de segurança de processo em 1996. No entanto, o gerenciamento de mudanças e as correlações com vários departamentos, juntamente com a complexidade do trabalho, é reconhecida como a mais importante e difícil área de trabalho do gerenciamento de segurança de processo.

5.3.1 MOC para a Indústria de Processo

O gerenciamento de mudanças começa com várias causas inerentes ao invés de limitar-se à melhoria da eficiência, segurança e operacionalidade. As alterações podem ocorrer desde expansão na escala de produção da planta, novas instalações de equipamentos ou até a uma pequena alteração no produto químico, tecnologia, equipamento ou processo. Certas mudanças mostram um desvio de concepção, fabricação, instalação e processo de operação.

Se não for controlada adequadamente por critérios técnicos, até mesmo uma simples mudança pode resultar em um desastre fatal. Três tipos de mudança, que são a tecnologia, instalações e organização, devem ser gerenciadas entre todas as partes de plantas de acordo com critérios precisos. Mudanças técnicas incluem mudança de instalação, utilização de novo produto químico, e as alterações no processo de parâmetros de operação. Mudança de instalações inclui a substituição de instalações temporárias ou permanentes por um item alternativo que não é do mesmo tipo. Mudanças organizacionais podem incluir o intervalo de substituição de pessoal novo ou em fase de aposentadoria.

A perspectiva mais ativa no gerenciamento de mudanças é para separar os reparos de manutenção de uma mudança realmente de fato, onde é essencial para determinar a necessidade de revisão das alterações efetuadas.

Essas atividades são fatores importantes no procedimento adequado de gerenciamento de mudanças e são em grande parte ligadas a outros elementos do gerenciamento de segurança de processo, como necessidade de procedimento, informações de segurança de processo, revisão de segurança de pré-partida, avaliação de perigos de processo e treinamento.

Por conseguinte, para que as alterações de equipamentos, exceto para a substituição pelo mesmo tipo, devam ser feitas de acordo com o procedimento de mudança específico.

Ter um procedimento de revisão e construir um banco de dados de gerenciamento de mudança por listagem de alterações para cada tipo é fundamental no gerenciamento dessas mudanças com foco em novos produtos químicos, novos materiais e reagentes, processo de operação ou modificação de variáveis de processo, novos equipamentos e instrumento, mudança de software de computador, alarme, intertravamento ou *by-pass* de alarme.

Este processo deve se referir a procedimentos escritos que estão no local para gerir a mudança e deve descrever a finalidade básica gerenciamento de mudança Management of Change (MOC). O texto deve abordar o fato de que informações de segurança de processos e procedimentos são atualizadas para refletir as modificações, e o pessoal envolvido na mudança é treinado conforme necessário. Informações adicionais que podem ser incorporadas a um processo de gerenciamento de mudanças, devem conter exemplos de um formulário do MOC, treinamento que foi fornecido aos trabalhadores para ajudá-los a identificar quando o MOC deve ser utilizado (isto é, o que é uma mudança), descrições de como as mudanças temporárias são gerenciadas e uma visão geral dos requisitos de autorização de mudança.

5.3.2 Requisitos para MOC

Para atender a este processo, os requisitos devem ser atendidos para as mudanças propostas relacionadas às instalações, operações, áreas técnicas e serão priorizadas e recomendadas para serem gerenciadas como uma mudança. Mudanças propostas são conceitualmente aprovadas por profissional habilitado e competente para aprovar tais mudanças e somente após esta etapa é que são encaminhadas para a requisição de recursos de implementação da mudança por pessoas competentes conforme a organização estabeleceu.

5.3.3 Procedimento de Mudanças

As etapas que correspondem ao processo de gerenciamento de mudanças devem seguir o fluxo de identificação, avaliação da mudança por pessoal competente, condução da avaliação dos riscos potenciais para a mudança e priorização, autorização das mudanças, implantação das mudanças, comunicação e treinamento antes da mudança ser realizada, documentação do progresso das avaliações e verificação dos requisitos como apropriado e, por fim, condução de análise de segurança e pré – partida.

5.3.4 Identificação e Avaliação

A identificação e/ou reconhecimento da necessidade de mudança pode surgir utilizando-se o HAZOP, inspeções de segurança na área fabril, novos projetos, conhecimento de nova unidade produtiva, inspeção de equipamentos, auditorias, novas tecnologias e mudança de linhas de produção. O iniciador da mudança deve definir o escopo do novo MOC, que deve incluir detalhes suficientes de engenharia, processo e operações para posterior avaliação da gerencia e equipe MOC.

Do quadro 12 ao 15 são demonstrados exemplos de algumas verificações que são relevantes para avaliar os riscos relacionados às áreas de saúde, segurança, meio ambiente e integridade mecânica para garantir que os riscos envolvidos foram avaliados antes da aprovação de qualquer mudança. Por meio dessas listas que tiveram como base de dados a norma ABNT NBR 15662, é possível guiar-se com perguntas-chave e identificação de possíveis desvios.

LISTA DE VERIFICAÇÃO				
DESCRIÇÃO	Sim	Não	NA	Comentários
continua				
Foi instalada sinalização corretamente perto das áreas de manutenção, limpeza ou andaimes para notificar aos trabalhadores sobre perigos especiais ou associados a essas áreas?				
Foram tomadas medidas para limitar o tempo que um trabalhador passa em uma área com temperatura extrema (fria ou quente)?				
O ruído é mantido em níveis toleráveis conforme parâmetros estabelecidos por lei?				
Os alarmes são mantidos em um nível adequado para superar o ruído de fundo dentro da sala de controle ou na área de processo?				
A iluminação normal e de emergência são suficientes para todas as operações das áreas?				
Existe fonte de energia disponível para a iluminação de emergência?				
Em geral, o ambiente é favorável para o desempenho de um trabalho de forma segura?				
As vestimentas de proteção são apropriadas e estão disponíveis para o uso de rotina e de emergência?				
Os trabalhadores podem realizar as tarefas de rotina e de emergência de forma segura?				

LISTA DE VERIFICAÇÃO				
DESCRIÇÃO	Sim	Não	NA	Comentários
conclusão				
Os equipamentos de emergência estão acessíveis sem representar riscos adicionais para o pessoal envolvido?				
As válvulas que requerem ajustes manuais urgentes (por exemplo, parada de emergência) são capazes de serem identificadas facilmente e com acesso imediato?				
Todas as tubulações importantes (recipientes, tubos, válvulas, instrumentos, controles, etc.) são etiquetadas de forma legível e de fácil identificação?				
O programa de etiquetamento inclui componente (por exemplo, válvulas de pequeno porte) e isto é mencionado em procedimentos?				
As informações corretas sobre condições de processo são apresentadas com clareza nos monitores da sala de controle?				
Os controles e telas estão separados de forma lógica para facilitar o acesso dos operadores e evitar erros de acionamento?				
As telas podem ser vistas de todas as posições de trabalho?				
Os alarmes são mostrados nas telas de acordo com as prioridades?				
Existem alarmes críticos de segurança capazes de serem distinguidos com facilidade dos alarmes de controle?				
Os computadores verificam que os valores entrados pelos operadores estão dentro de um intervalo válido?				

Quadro 12 - Modelo de lista de verificação de equipamentos de processo durante avaliações de risco no processo de gerenciamento de mudanças

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda: N = não; S = Sim; NA=Não aplicável

A avaliação da mudança, assim como os riscos inerentes, é realizada pela equipe MOC que é composta por um ou mais especialistas nas áreas de Operação, Projetos, Manutenção, Processos, Meio Ambiente, Segurança e Saúde quando aplicável.

5.3.5 Autorização e Implantação das Mudanças

Após a finalização do processo de gerenciamento de mudanças (MOC) com todas as etapas de avaliação concluídas, o responsável realiza a aprovação para a

implantação da mudança e após essa etapa o pedido de mudança deve ser enviado ao departamento de projetos e manutenção para a execução das modificações.

Departamentos de Manutenção, Projetos e outras áreas responsáveis pela mudança devem informar ao departamento envolvido na mudança sobre o início da implementação, assim como as instruções técnicas necessárias para a correta operação e inclusão nos procedimentos operacionais e/ou de processo. Após a conclusão da modificação ou nova implantação, deve se conduzida uma análise de segurança de pré – partida para avaliação da modificação.

5.3.6 Treinamento após uma Mudança

Os treinamentos identificados durante o processo de avaliação da mudança devem estar completados para cada empregado envolvido na operação, conforme os requisitos das modificações e os procedimentos devem ser efetivos e estar de acordo com os objetivos definidos na mudança.

Todos os funcionários, incluindo os funcionários de manutenção e contratados, envolvidos com o manuseio de produtos químicos devem entender completamente os riscos de segurança dos produtos químicos e processos com que trabalham para a proteção de si mesmos, de seus colegas de trabalho e do entorno das comunidades vizinhas onde operam. (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000).

O gerenciamento de riscos de explosão em instalações que se encontram em operação é efetuado pela implementação das recomendações de segurança efetuadas durante cada fase operacional e também por meio de procedimentos técnicos e administrativos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Assegurar que todos os colaboradores tenham conhecimento e capacitação para desenvolver seu trabalho com competência, em ambiente livre de acidentes e em conformidade com todas as leis, regulamentos e políticas aplicáveis é o dever de cada companhia que tem em sua visão de gerenciamento de riscos a prevenção de acidentes e perdas.

5.4 Procedimentos Operacionais

Conforme descreve a seção 5 da norma API RP 750 (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, 1990), procedimentos operacionais devem ser desenvolvidos pela instalação industrial, contemplando os principais elementos de procedimentos operacionais das etapas de produção para cada modo de operação como:

- a) partida inicial;
- b) operações normais;
- c) operações de emergência;
- d) desligamento normal;
- e) parada de emergência;
- f) operações temporárias;
- g) partida depois de parada normal;
- h) partida após uma parada de emergência;
- i) partida ou retorno de manutenção;
- j) definições de limites operacionais para cada modo de funcionamento;
- k) pressão mínima e máxima, temperatura, fluxo, composição ou outros parâmetros;
- l) consequências de desvio do funcionamento;
- m) medidas para evitar ou corrigir desvios;
- n) os perigos e as propriedades dos produtos químicos envolvidos;
- o) etapas necessárias para evitar a exposição;
- p) as medidas de tratamento em caso de exposição dos trabalhadores;
- q) segurança ao abrir equipamentos de processo;
- r) verificação e controle de qualidade das matérias-primas;
- s) sistemas de segurança e suas funções;
- t) alarmes de segurança e processo;
- u) sistemas de emergência;
- v) resposta do funcionário à emergência.

Por sua vez, a norma NBR 15662 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009), preconiza que antes da partida de qualquer instalação industrial e/ou comercial é necessário elaborar os procedimentos de gerenciamento de risco

de explosão para contemplar os seguintes tópicos:

- a. características sobre a explosividade das substâncias e suas quantidades, ou seja, informações de segurança de processo;
- b. metodologias de análise e de revisão de riscos de explosão, ou seja, análise de risco;
- c. programas de manutenção dos dispositivos de segurança contra explosão (integridade mecânica);
- d. programas de treinamento e qualificação;
- e. métodos de investigação de acidentes com potencial de riscos de explosão;
- f. plano de ação de emergência para explosão;
- g. auditorias de segurança contra explosão;
- h. gerenciamento de modificações;
- i. análise crítica do sistema de gerenciamento.

Kletz (2009) comenta em seu livro *What Went Wrong? que* procedimentos operacionais escritos que refletem a prática atual da planta são necessários para os vários modos de operação de processo para garantir a operação contínua, eficiente e segura de uma instalação. Esses documentos devem ser facilmente acessíveis aos funcionários que são responsáveis por operar um processo e é um recurso vital no apoio ao programa de formação e treinamento da mão de obra empregada. Incidentes podem ocorrer quando os procedimentos são inadequados, incorretos ou poderiam ser mal interpretados.

O empregador deve desenvolver e implementar procedimentos operacionais por escrito, de acordo com as informações de segurança de processos, que fornecem instruções claras para a realização de atividades de segurança envolvidas em cada processo. Cada fase de operação deve contemplar partida inicial, operações normais, operações temporárias, paradas de emergência, incluindo as condições sobre a parada de emergência e a atribuição das responsabilidades dos operadores para garantir que uma parada de emergência seja executada de uma maneira segura e em tempo oportuno (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000).

Um programa de gerenciamento de riscos deve identificar os tipos de procedimentos operacionais escritos que foram desenvolvidos e como são usados

para oferecer suporte à prevenção de acidentes e perdas.

Outras informações que uma planta química ou petroquímica pode optar por incorporar em seu plano incluem:

- a) Descrição de como a força de trabalho está envolvida no desenvolvimento de procedimentos escritos, modelo de procedimento e quais informações devem estar no procedimento. O responsável por procedimentos deve elaborar procedimentos operacionais escritos que forneçam instruções claras para operar em segurança todas as atividades associadas a cada processo de forma consistente com as informações de segurança;
- b) Procedimentos ou instruções de funcionamento fornecidas pelos fabricantes de equipamentos ou desenvolvidas por pessoa experiente no processo e/ou equipamento podem ser usadas como base para elaborar os procedimentos operacionais.

Procedimentos operacionais são elaborados com base em uma análise criteriosa de cada modo de operação, reconhecimento dos perigos envolvidos e o sequenciamento adequado de etapas de funcionamento seguras.

Se a mesma tarefa é repetida durante diferentes modos operacionais, pode haver diferenças sutis em detalhes de implementação; por exemplo, procedimentos de parada normal podem diferir entre modos de emergência e de rotina. Detalhes do diário de bordo gravados durante as inversões de equipamentos podem revelar-se úteis para determinar as tarefas a serem executadas dividindo as tarefas em etapas sequenciais e numeradas para ajudar a documentar a sequência das atividades que estão sendo executadas.

5.4.1 Benefícios de Procedimentos Operacionais

O objetivo de um procedimento operacional é fornecer um conjunto de instruções que incluem as etapas corretas, listadas na sequência apropriada, para executar uma tarefa com segurança. Alguns dos benefícios de ter procedimentos operacionais eficazes e abrangentes incluem riscos reduzidos, qualidade de produto superior devido à repetitividade das operações, e uma transição mais suave entre turnos de funcionamento.

Procedimentos escritos também servem como guias para treinar novos funcionários e manter a competência do pessoal de plantas existentes. A figura 3 demonstra todas as informações necessárias para blindar os procedimentos operacionais com um conteúdo conciso e eficiente para evitar erros e acidentes.

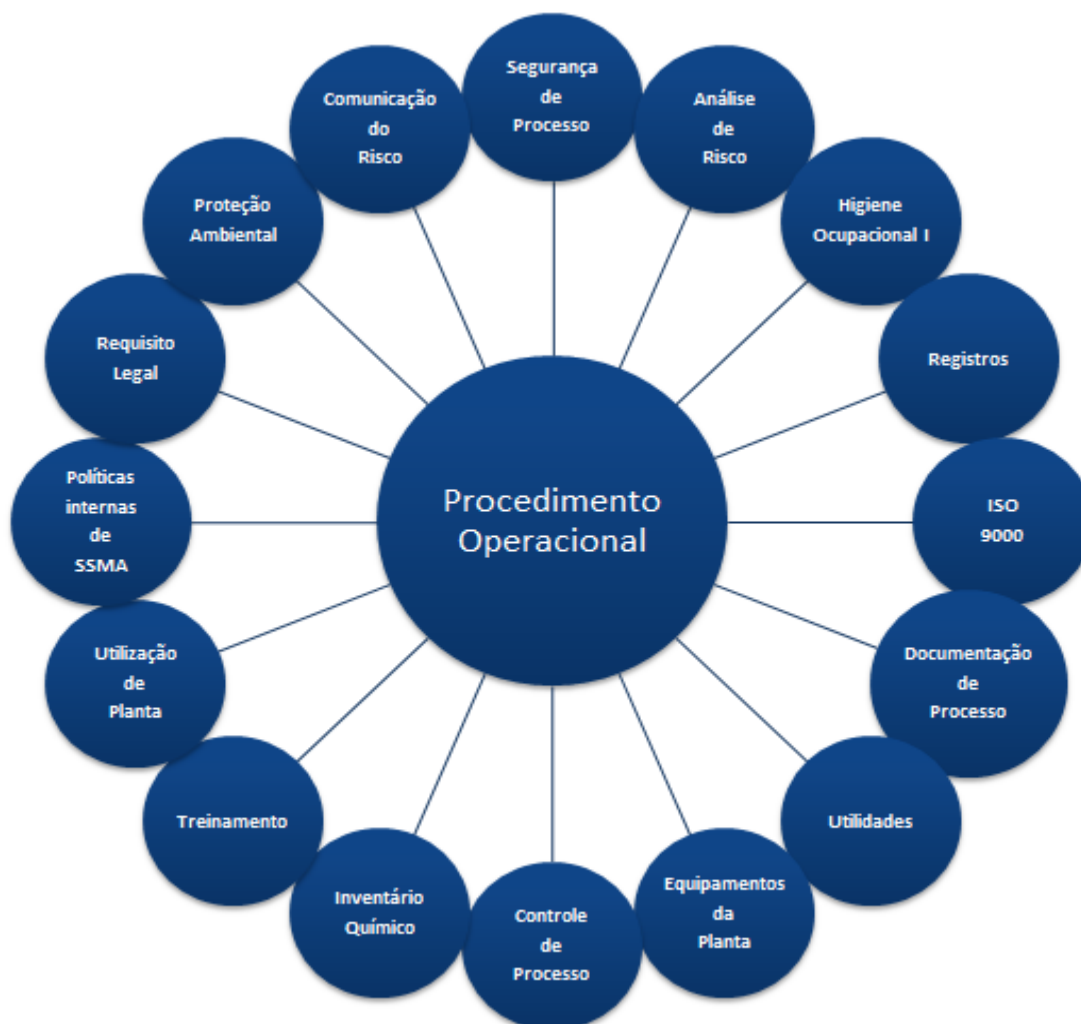


Figura 3 - Fontes de informação para procedimentos operacionais
Fonte: Elaborado pelo autor

5.4.2 Descrições dos Procedimentos Operacionais

Os procedimentos operacionais podem ser escritos de várias maneiras e podem variar as instruções passo a passo que exigem a inserção de dados pelo operador. Procedimentos operacionais de rotina devem definir limites de operação seguros e incluem as consequências dos desvios desses limites. Estes documentos devem detalhar claramente a execução passo a passo de uma tarefa e não devem ser ambíguos. Para serem eficazes, os procedimentos devem ser também concisos,

acessíveis e em uma forma facilmente utilizável.

Os procedimentos para as situações que ocorrem com pouca frequência operacional, especialmente quando ocorre uma situação de emergência, são importantes, uma vez que os operadores terão menos experiência em lidar com tais situações. Assim, a resposta correta para uma situação inusitada pode ser garantida ao antecipar a situação, desenvolvendo a solução correta antes que ela ocorra e os operadores podem usar a solução quando a situação ocorrer.

5.4.3 Documentações de Procedimentos Operacionais

A implementação de um programa de procedimentos operacionais deve incluir em sua documentação os elementos do programa Process Safety Management (PSM), bem como quaisquer instruções gerais que descrevam como será implementado o programa de procedimento operacional. Tal programa abrange o controle de documentos, locais de armazenamento, aprovações, revisões e distribuição. O programa também deve incluir um sistema de auditorias para verificar a conformidade com os elementos do gerenciamento de segurança de processo.

Também pode ser útil incluir procedimentos especiais, tais como bloqueio e identificação de equipamentos, entrada em espaço confinado, abertura de equipamentos de processo, trabalho a quente e outras práticas de trabalho seguras dentro do mesmo sistema.

5.4.4 Responsabilidades dos Procedimentos Operacionais

Procedimentos operacionais devem ser escritos por um técnico ou um grupo técnico familiarizado com o processo. A escrita pode ser feita pela equipe técnica, supervisores de produção, operadores ou equipes de manutenção atribuídas às instalações. A necessidade de operadores e equipe de manutenção é de fundamental importância para garantir o envolvimento das pessoas certas, no processo de criação e processo de revisão dos procedimentos que forem criados. Se procedimentos não refletem as circunstâncias reais da planta, para as equipes de operações e de manutenção, esses procedimentos serão mais um conjunto de instruções ambíguas e contraditórias, com potencial de incidentes.

A entrada de dados do pessoal técnico é necessária para destacar

preocupações técnicas ou de qualidade. Entradas de dados de equipes de gestão devem assegurar que as políticas de organizações são corretamente refletidas nos procedimentos. Entradas de dados do departamento de segurança são recomendadas para garantir a devida atenção e a integração das preocupações de saúde e segurança.

O número de pessoas que participam para manter os procedimentos de operação depende do tamanho da instalação e do grau de envolvimento dos trabalhadores na elaboração e revisão dos processos operacionais. Responsabilidades podem ser definidas de acordo com a complexidade do negócio. Para uma instalação pequena, um indivíduo pode ser responsável por escrever, modificar e manter os registros de todos os procedimentos. Para grandes instalações com vários processos, muitas vezes não são compartilhadas essas mesmas responsabilidades.

5.4.5 Revisão de Procedimentos Operacionais.

O programa de procedimentos operacionais deve identificar as atividades que exigem procedimentos escritos e as circunstâncias que requerem a alteração dos procedimentos. Por exemplo, procedimentos operacionais devem ser escritos antes da partida inicial de um processo e revisto sempre que ocorrer modificação de processo ou equipamento.

Procedimentos operacionais, por vezes, são modificados para refletir melhorias de processo com ou sem modificações em equipamentos. Este tipo de modificação deve ser submetido a um processo de revisão e aprovação destas alterações antes da implementação do procedimento revisado.

O processo de revisão deve considerar os seguintes tópicos:

- a) os procedimentos devem ser revistos com uma frequência predeterminada para garantir que eles sejam atuais ou que estejam sendo feitas as revisões necessárias;
- b) revisões devem ser igualmente previstas, quando necessário, como resultado de mudanças no processo ou equipamentos;
- c) procedimentos devem ser atualizados para refletir a prática real da planta;
- d) O programa de documentação de procedimentos deve permitir uma identificação fácil e clara das atualizações;

- e) O responsável pela manutenção dos procedimentos operacionais deve ser identificado;
- f) Os responsáveis pela autorização e aprovação devem ser identificados.

5.4.6 Distribuição dos Procedimentos Operacionais

Procedimentos operacionais atualizados devem ser facilmente acessíveis para as pessoas que operam ou mantêm um processo. Pelo menos três sistemas diferentes existem para a distribuição de procedimentos: cópias físicas, digitais e a versão original dos documentos.

Algumas organizações preferem um sistema estruturado onde cópias em papel dos procedimentos são limitadas a uma lista de distribuição predefinida. Cópias podem ser numeradas sequencialmente como um auxílio no controle; normalmente, pelo menos uma cópia é mantida em uma sala de controle operacional. Cópias também podem ser mantidas em um local remoto da unidade no caso de uma emergência, quando o acesso à cópia de sala de controle pode não estar prontamente disponível.

Finalmente, algumas organizações podem preferir um sistema de distribuição de procedimento eletrônico. Nesse sistema, os usuários têm acesso ao processo através de um computador ou terminal.

5.4.7 Controle e Registros de Procedimentos Operacionais

Os registros mais importantes neste programa são “a cópia mestra ou versão original” (ou aprovação do procedimento) que é onde se originam as cópias distribuídas e atualizadas de procedimentos operacionais. A documentação do programa deve estabelecer as práticas a seguir para documentar os procedimentos operacionais e de manutenção e gerenciamento relacionados a registros.

Controle de acesso e distribuição de procedimentos pode ser necessário para proteger os segredos industriais e para minimizar o potencial de cópias desatualizadas dos procedimentos sendo usadas para as operações. O acesso pode ser controlado por meio de técnicas como distribuição limitada e atribuída, senhas de computador e/ou a combinação de técnicas similares.

Manter procedimentos precisos e atualizados é necessário para certificar-se

que atualizações sejam divulgadas imediatamente e que cópias não autorizadas e não controladas sejam impedidas.

5.4.8 Procedimentos Operacionais Normais e Temporários

Quaisquer procedimentos operacionais temporários emitidos devem ter informações claras e inequívocas sobre o propósito da informação. A experiência mostra que as operações nas quais os procedimentos temporários estão em vigor são mais prováveis de experimentar incidentes do que aqueles com procedimentos normalizados, especialmente se os procedimentos temporários são inadequadamente documentados.

É necessário indicar claramente o que os operadores são obrigados a fazer, como e quando pode ser feito e também quais procedimentos os operadores têm permissão para usar. Muitos acidentes ocorrem quando os operadores registram uma leitura anormal em uma folha de registro e que não tenha tomado nenhuma ação adicional para reverter tal situação.

5.5 Práticas Seguras de Trabalho

O processo de práticas de trabalho seguro contemplado na norma API RP 750, estabelece uma conduta segura para as atividades de operação, manutenção e modificações e o controle de materiais e substâncias que podem afetar a segurança do processo. Estas práticas geralmente são aplicadas para todo o ambiente de trabalho. Para instalações novas ou modificadas, essas práticas devem estar em vigor antes da partida. As práticas de trabalho seguro têm o propósito de identificar, avaliar e reduzir ou eliminar riscos.

A norma NBR 15662, por sua vez, preconiza a existência, a adequabilidade e a prática dos procedimentos administrativos e técnicos de segurança da instalação como forma de práticas seguras de trabalho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). As recomendações de segurança devem ser efetuadas durante cada fase operacional.

No Brasil, esses tópicos de segurança do trabalho são estabelecidos pelas normas regulamentadoras citadas na Portaria nº 3214 do Ministério do Trabalho desde 1978. Esse processo fornece diretrizes para o gerenciamento das práticas de

trabalho seguro com o propósito de identificar, avaliar e reduzir ou eliminar riscos. Seu objetivo é estabelecer e manter os requisitos mínimos para as práticas de trabalho seguro, bem como as competências do funcionário para realizar trabalhos seguros e gerenciar os riscos no trabalho. As práticas de trabalho seguro mencionadas na quadro 1 são fatores chave na gestão dos riscos.

5.5.1 Preparação para Trabalho de Alto Risco

Os trabalhos de alto risco devem ser gerenciados usando-se o sistema de permissões de trabalho, ordens de serviços e avaliações prévias sobre os riscos existentes no local onde o trabalho será realizado. Os perigos devem ser avaliados e os riscos gerenciados usando uma Análise Preliminar de Risco (APR) por escrito, ou procedimento de trabalho por escrito e aprovado no qual os perigos tenham sido avaliados e tenham sido incorporadas as medidas de controle.

A Interação deste item com outros elementos do gerenciamento de risco se dá através dos elementos como investigação de acidente, gerenciamento de mudança (MOC), resposta e controle a emergência e revisão de segurança de pré-partida.

5.5.2 Isolamento de Equipamentos, Bloqueio e Etiquetagem

Esta prática estabelece os requisitos mínimos para isolamento de máquinas, equipamentos, recipientes, tubulações e sistemas, de todas as fontes de energia perigosa ou substâncias tóxicas para as atividades de construção, operações ou manutenção, conforme já citado na seção 5.1 sobre informação de segurança de processo.

5.6 Treinamentos

A seção 7 da norma API RP 750 fornece uma visão geral do programa de treinamento para a operação de acordo com as devidas responsabilidades, incluindo treinamentos iniciais, periódicos e comunicação de mudanças. Outro item que esta norma menciona é sobre a qualificação mínima necessária para instrutores que são responsáveis por aplicar os devidos treinamentos para força de trabalho.

O conteúdo do treinamento deve contemplar novos funcionários e a requalificação dos funcionários existentes. Outra informação que pode ser adotada por uma planta química ou petroquímica é incorporar um plano específico de treinamento contendo:

- a) visão geral de segurança: o treinamento é fornecido, por exemplo, contemplando a comunicação sobre o risco e avaliações de riscos ambientais para atendimento a NR 9;
- b) listas de temas abordados durante o período de treinamento iniciais e de formação contínua:
 - i) visão geral de programas de atendimento a emergência e;
 - ii) visão geral de treinamentos especiais de resposta a emergência (por exemplo, manuseio de resíduos perigosos e operações de emergência).

Por sua vez, a norma ABNT NBR 15662 determina que deve ser elaborado um programa de treinamento e requalificação pessoal anualmente para treinar os funcionários na operação segura da instalação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Esse programa deve incluir:

- a) cronograma de treinamento;
- b) título dos treinamentos com datas, número de horas aulas e relação dos participantes;
- c) tipos de treinamentos realizados na instalação:
 - i) Inicial periódico;
 - ii) Após modificações.

Uma forma de treinamento contínua nos procedimentos operacionais deve ser assegurada pelo menos a cada três anos ou mais frequentemente, se necessário, de modo que cada funcionário que opera um processo entenda e siga os dados dos procedimentos operacionais para assegurar que possa desempenhar as tarefas de uma forma segura.

5.7 Integridade Mecânica

A norma API RP 750 que se refere à integridade mecânica possui

diretrizes para que cada inspeção e teste em equipamentos críticos ao processo sejam documentados, identificando a data da inspeção ou teste, o nome da pessoa que realizou a inspeção ou teste, o número de série ou outro identificador do equipamento em que a inspeção ou teste foi realizado, uma descrição da inspeção ou teste realizado e os resultados da inspeção ou teste.

Por sua vez, a norma ABNT NBR 15662 possui item específico para delimitar procedimentos para um programa de inspeção e manutenção de dispositivos de segurança contra explosão.

O escopo da integridade mecânica inclui a composição, inspeções e ensaios, controle de qualidade dos equipamentos e componentes básicos. Isto tem como propósito manter a integridade mecânica de equipamentos críticos do processo e garantir que sejam projetados, instalados e funcionem corretamente. Os requisitos de programas de integridade mecânica se aplicam aos seguintes equipamentos: vasos de pressão e tanques de armazenamento, sistemas de tubulação incluindo componentes de tubulação tais como válvulas de segurança, sistemas e dispositivos de ventilação, sistemas de parada de emergência; controles, incluindo dispositivos de monitoramento e sensores, alarmes e intertravamentos.

Deficiências de equipamentos fora dos limites aceitáveis definidos pelo processo de informação de segurança devem ser corrigidas antes de uma nova utilização. Controles adequados devem ser estabelecidos para garantir que o equipamento esteja instalado corretamente e seja compatível com as especificações do projeto e as instruções do fabricante (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000).

Funcionários envolvidos na manutenção da integridade de equipamentos de processo devem ser treinados para terem uma visão geral desse processo e seus perigos. Devem ser treinados nos procedimentos aplicáveis às tarefas de trabalho utilizando os procedimentos apropriados e as boas práticas de engenharia.

A frequência das inspeções e testes de equipamentos de processo deve estar em conformidade com as recomendações dos fabricantes e boas práticas de engenharia.

Informações adicionais que uma planta pode incorporar em um plano de integridade mecânica incluem lista dos códigos e padrões seguidos para inspeções e ensaios, visão geral dos requisitos de treinamento ou qualificação para atividades

especializadas como, por exemplo, códigos de soldagem e inspeções.

Nancy Leveson (2003) demonstra que a abordagem do processo de segurança na indústria se deu pelas necessidades de atender As solicitações das empresas de seguros. O termo comumente usado na indústria, prevenção de perda, reflete essas origens. Perda, nesse caso, refere-se à perda financeira de uma planta danificada, reclamações de terceiros e produção perdida, conforme citado por Lees (1980).

Engenheiros de confiabilidade muitas vezes assumem que segurança e confiabilidade são sinônimos, mas esta suposição é verdadeira apenas em casos especiais. É evidente que há uma sobreposição entre confiabilidade e segurança, mas muitos acidentes ocorrem sem qualquer falha de componente, uma vez que os componentes estavam operando exatamente como especificado ou pretendido, ou seja, sem falhas. O oposto também é verdadeiro, uma vez que os componentes podem falhar sem que haja um acidente.

Acidentes podem ser causados por operação de equipamentos fora dos parâmetros e limites em que se baseiam nas análises de confiabilidade. Portanto, um sistema pode ter alta confiabilidade e ainda ter acidentes. Além disso, probabilidades generalizadas e análises de confiabilidade podem não se aplicar a áreas específicas.

A segurança de processo é uma propriedade emergente que se coloca no nível do sistema quando componentes operam juntos. Os eventos que conduzem a um acidente podem ser uma combinação complexa de falha do equipamento, manutenção defeituosa, problemas de instrumentação e controle, ações humanas e erros de projetos. A análise de confiabilidade considera apenas a possibilidade de acidentes relacionados às falhas em que não se investiga danos potenciais que poderiam resultar da operação bem-sucedida dos componentes individuais.

Cuidados devem ser tomados ao se aplicar técnicas de avaliação de confiabilidade para segurança. Uma vez que acidentes não são necessariamente causados por eventos que podem ser medidos dessa forma, não deve ser usado como uma medida de risco. A avaliação de confiabilidade mede a probabilidade de falhas aleatórias e não a probabilidade de riscos ou acidentes. Além disso, se um erro de concepção é encontrado em um sistema, a segurança será mais eficazmente reforçada, removendo o erro de concepção através da medição, para convencer alguém que nunca causará um acidente.

5.7.1 Confiabilidade e Integridade Mecânica

Conforme citado por Keller, Alyson e Christine (2006), algumas idéias inovadoras, se não provocadoras na área de confiabilidade, ou talvez mais apropriadamente denominada avaliação do sistema integrado, nesta época de exponencial crescimento em ciência, engenharia e tecnologia, a capacidade de avaliar o desempenho, a confiabilidade e segurança de processos complexos apresentam novos desafios. A metodologia de hoje deve responder para as exigências crescentes para tais avaliações em fornecer informações importantes para os tomadores de decisão e política todos os níveis hierárquicos na indústria.

O processo de integridade mecânica deve fornecer as diretrizes para o desenvolvimento do Programa de Integridade de Ativos (*Asset Integrity*) conforme os requisitos da norma API RP 750, Integridade de Ativos. O objetivo é que seja implementado um programa de integridade de ativos para garantir que os equipamentos que possuem potencial para causar eventos de consequências graves estejam em condições apropriadas para sua aplicação durante todo seu ciclo de vida e fornecer o rigor necessário para prevenir a ocorrência de falhas nas instalações com potencial para impacto significativo às pessoas, ao meio ambiente e aos ativos.

Este processo deve incluir as interatividades com os itens da norma API RP 750 como revisão de segurança de pré-partida e gerenciamento de mudanças.

5.7.2 Desenvolvendo um Processo de Integridade de Ativos

O Programa de Integridade de Ativos deve estabelecer uma sistemática de manutenção diferenciada e periódica para os equipamentos com potencial para causar incidentes de consequências significativas. Estes equipamentos são submetidos a um programa de inspeções, que vão desde a fase inicial de comissionamento, estendendo durante toda a vida útil de operação. Os planos de manutenção devem ser tratados com alta prioridade, devendo ser planejados e programados para sua execução dentro das datas de vencimento.

5.7.2.1 Qualificações e Treinamento

Os planos de manutenção devem conter os requisitos de competência, conhecimento técnico e certificações para as pessoas envolvidas no programa de integridade de ativos. Os requisitos para treinamento e qualificação que suportam o conhecimento e habilidades necessárias devem ser detalhados.

Os materiais aplicados nos equipamentos do programa de integridade de ativos devem possuir controle de qualidade/garantia quanto à especificação e procedência dos materiais, a fim de garantir que materiais aplicados ou substituídos são adequados para sua aplicação entendida.

5.7.2.2 Coleta de Dados e Análise

Os resultados das inspeções e testes devem ser revisados, analisados para determinar o desempenho atual e o desempenho projetado a longo prazo para garantir que os equipamentos permanecerão adequados para sua aplicação ao longo do ciclo de vida útil do equipamento ou unidade de processo.

5.8 Revisão de Segurança de Pré-partida

A norma API RP 750 designa que uma revisão de segurança de um sistema operacional deve ser realizada antes da partida do equipamento ou unidade de processo. Isso se aplica a novos projetos, ou qualquer tipo de substituições depois de uma manutenção ou parada programada. O objetivo do processo é assegurar que seja conduzida uma revisão de segurança de pré-partida em todas as novas instalações ou modificações das instalações existentes.

Uma revisão de segurança de pré-partida deve ser realizada para garantir que os itens de segurança realmente foram contemplados na instalação. A planta também deve descrever características salientes do programa de segurança de pré-partida como, por exemplo, o uso de listas de verificação, composição da equipe de verificação que irá conduzir as sessões de segurança de pré-partida ou requisitos de conhecimentos da equipe. Informações adicionais que uma planta pode optar por incorporar em um plano específico incluem lista de verificação de segurança de pré-partida e visão geral dos requisitos de autorização para partida.

Entretanto, a norma ABNT NBR 15662 considera os ensaios de pré-partida e

estabelece que deve ser realizada a verificação dos parâmetros operacionais e das condições de segurança adotadas nos ensaios na pré-partida da instalação. No cronograma físico da instalação, o gerenciamento é realizado antes, durante e após a execução dessas fases de engenharia.

O objetivo desse elemento da norma ABNT NBR 15662, da mesma forma que a API RP 750, é assegurar que seja conduzida a revisão de segurança de pré-partida em todas as novas instalações ou modificações das instalações existentes. Esse processo visa garantir que todos os desvios encontrados durante a revisão sejam resolvidos antes da partida de uma unidade ou equipamento, assegurando que os desvios que podem ser concluídos após a partida sejam monitorados até que tenham sido completados.

O encontro deste processo com os demais elementos do gerenciamento de segurança de processo deve seguir os requisitos quanto aos envolvidos em uma sessão de revisão de pré-partida, tendo no mínimo representantes dos departamentos de Projetos, Operação, Manutenção, Segurança, Técnico e um representante das áreas de Saúde e Meio Ambiente quando aplicável.

O quadro 13 a seguir mostra exemplos de uma lista de verificação de pré-partidas para tubulações e conexões que deve ser contemplada como forma de verificar se os pré-requisitos estabelecidos no projeto foram realmente instalados no campo e em atendimento aos fatores da área de integridade mecânica, e para isto comprovar que realmente a unidade e/ou equipamento se encontra em condições seguras para a partida.

TUBULAÇÕES E CONEXÕES				
DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	NSA	COMENTÁRIOS
Tubulação projetada e instalada levando em conta expansão/dilatação e vibração?				
Todas as soldas foram inspecionadas?				
Teste hidrostático/estanqueidade completado?				
Todos os suportes provisórios foram removidos?				
Válvulas de alívio instaladas e direcionadas para local seguro?				
Acesso às válvulas é adequado?				
Drenos e vents adequados?				
Conexões para limpeza colocadas?				
Linhas identificadas claramente, com nome do produto, sentido de fluxo e destino?				
Passagens e acessos desobstruídos?				
Pintura está de acordo com a NR-26?				
Os flanges tem proteção contra spray?				
O produto na tubulação foi alterado ou trocado?				
Todas as raquetes foram removidas?				

Quadro 13 - Modelo de lista de verificação de tubulações e conexões - avaliação de entrega de projetos no gerenciamento de revisão de segurança de pré-partida
 Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 14 a seguir contém exemplos de uma lista de verificação de pré-partidas para a área de meio ambiente como forma de verificar se os pré-requisitos estabelecidos no projeto foram realmente instalados no campo e em atendimento aos fatores deste quesito.

MEIO AMBIENTE				
DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	NSA	COMENTÁRIOS
Os requisitos legais foram atendidos (CETESB /PREFEITURA/BOMBEIRO/DRT/IBAMA)?				
Os aspectos ambientais foram identificados?				
Há a consciência quanto aos perigos químicos do produto?				
Há consciência das correntes de efluentes? Para onde a água/efluente é destinado?				
Existe local para armazenamento temporário de resíduo? Foi solicitado CADRI para disposição final do resíduo?				
Existe kit para vazamentos nas proximidades?				
Existe controle de emissões como exaustão de gases, incineração etc?				

Quadro 14 - Modelo de lista de verificação de meio ambiente - avaliação de entrega de projetos no gerenciamento de revisão de segurança de pré-partida

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 15 a seguir mostra exemplos de uma lista de verificação de pré-partidas para a área de segurança do trabalho como forma de verificar se os pré-requisitos estabelecidos no projeto foram realmente instalados no campo e em atendimento aos fatores das referidas áreas e para isto comprovar que realmente a unidade e/ou equipamento se encontra em condições seguras para a partida.

SEGURANÇA DO TRABALHO				
DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	NSA	COMENTÁRIOS
Os equipamentos de emergência, como por exemplo, extintores de incêndio, hidrantes, chuveiros de emergência, lava-olhos e máscaras, foram instalados?				
Escadas, passarelas, guarda-corpos e degraus estão de acordo com as normas vigentes?				
Equipamento extintor de incêndio instalado no local ou próximo?				
Isolamento de superfícies quentes e outros itens de proteção pessoal estão instalados?				
Instalações com proteção adequada contra tráfego de veículos?				
Distância adequada entre a instalação existente e o equipamento que está sendo inspecionado, levando em conta situações potencialmente perigosas ou de emergências?				
Existe acesso fácil para vias de escape?				
Sinalização de segurança está adequada?				
Existe plano de emergência para a nova atividade?				
Os requisitos legais foram atendidos (CETESB/PREFEITURA/CORPO DE BOMBEIROS)?				
Para a nova instalação há necessidade de contenção ou barreiras?				
Os equipamentos de emergência estão identificados?				

Quadro 15 - Modelo de lista de verificação de segurança do trabalho - avaliação de entrega de projetos no gerenciamento de revisão de segurança de pré-partida

Fonte: Elaborado pelo autor

Este processo possui interação com outros elementos da norma API RP 750, como gerenciamento de mudança, investigação de acidentes, resposta e controle a emergência, práticas de trabalho seguro e informação de segurança do processo.

Durante a inspeção, podem ser identificados itens significativos que possam impedir a liberação do projeto para operar. Estes obrigatoriamente devem ser

solucionados antes da liberação do mesmo. Todos os itens de segurança devem ser solucionados antes da partida, caso contrário a instalação não deve ser entregue para partida e deve ser feito acompanhamento até completar todas as ações encontradas na revisão de pré-partida.

5.9 Resposta e Controle a Emergência

Um plano de resposta e atendimento a emergência deve ser estabelecido conforme dita a norma API RP 750 para considerar a inclusão do *layout* da planta e os mapas da comunidade, desenhos da área de utilidades incluindo o sistema de água para combate a incêndio, luzes de emergência, comunicados de emergência, plano de emergência, listas com agências e órgãos a serem notificados em caso de emergência, MSDS, procedimentos, lista dos equipamentos de emergência incluindo informações para planos de ajuda mútua e dados sobre a meteorologia local.

Esta norma também cita a criação de procedimentos para o uso, inspeção, ensaio e manutenção dos equipamentos do programa de resposta de emergência, treinamentos para todos os colaboradores nos procedimentos relevantes, procedimentos para rever e atualizar o plano de resposta a emergências. O plano não precisa conter informação exaustiva sobre uma situação de emergência, no entanto, exemplos podem realçar situações previstas.

O plano de emergência deve descrever como a planta interage com resposta de emergência local e das organizações públicas como, por exemplo, corpo de Bombeiros. O plano também deve descrever algumas das atividades que a planta promove tais como simulados de emergência e participação em reuniões com o Corpo de Bombeiros, gerenciamento de crises, etc.

Informações adicionais a considerar incluem a descrição da participação de um time de ajuda mútua com empresas que operam em polos industriais, lista dos tipos de equipamento de emergência e agenda de simulados e cenários envolvidos.

Um Plano de ação de emergência para explosão deve ser documentado, integrado aos planos pertinentes de continuidade de negócios e gerenciamento de crise, programa de treinamento e programa de exercício anual para treinar a equipe de atendimento a emergência para testar o plano conforme requerido pela norma ABNT NBR 15622.

Um plano de atendimento e controle a emergência prontamente disponível

para o pessoal envolvido deve ser comunicado aos colaboradores, contratados, parcerias, agências do governo e grupos da comunidade. O plano de atendimento a emergência deve ser reexaminado e, quando necessário, revisado especialmente, depois da ocorrência de acidentes ou de situações emergenciais.

Deve definir as funções e responsabilidades de todo pessoal envolvido durante uma situação de emergência, estar de acordo com todas as leis e regulamentos locais que requerem que a empresa tenha planos e procedimentos por escrito para responder em caso de liberação de substâncias perigosas.

A interação com outros elementos da norma API RP 750 inclui as práticas de trabalho seguro e investigação de incidentes.

5.10 Investigação de Incidentes

Esta é uma parte crucial do programa de gerenciamento de segurança de processo abordada pela norma API RP 750, que requer uma investigação completa de incidentes para identificar a cadeia de eventos e as causas de forma que medidas corretivas possam ser desenvolvidas e implementadas. Assim, o gerenciamento de segurança de processo requer a investigação de cada incidente que resultou em, ou poderia razoavelmente ter resultado em uma liberação catastrófica de um produto químico perigoso no local de trabalho.

A norma ABNT NBR 15662, menciona que os métodos de investigação de acidentes com potencial de riscos de explosão devem ser utilizados para determinar as fragilidades destas instalações.

A investigação de um incidente deve ser iniciada o mais rapidamente possível, no mais tardar 48 horas após o incidente, para se preservar a memória recente sobre os dados que antecederam o acidente. A investigação deve ser feita por uma equipe composta por pelo menos uma pessoa com conhecimento no processo envolvido, incluindo um funcionário contratado se o incidente envolveu o trabalho de um contratado, e outras pessoas com conhecimento e experiência apropriadas para investigar e analisar o incidente completamente. Resoluções e ações corretivas devem ser documentadas e o relatório revisado por todos os funcionários afetados cujas tarefas são relevantes para os resultados do incidente. O empregador deve manter esses relatórios de investigação de incidentes durante 5 anos (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000).

As técnicas para análise utilizadas pelo Center for Chemical Process Safety, (CCPS) citam que acidentes são causados por erro humano. Em geral, gerenciamento de segurança de processo concentra-se em manter esses erros humanos a um nível tolerável, pois todos os acidentes acontecem devido a erros cometidos pelos seres humanos incluindo falha prematura de equipamentos.

Há uma infinidade de sistemas de gerenciamento para controlar esses erros humanos e limitar o seu impacto na segurança, meio ambiente e produção e quando esses sistemas de gestão têm pontos fracos, quase acidentes ocorrem e uma vez que estes quase acidentes são reportados e investigados, os acidentes não ocorrem.

O objetivo do CCPS é desenvolver e disseminar informações técnicas para uso em prevenção de grandes acidentes químicos (incêndios, explosões, perda de confinamento, reações descontroladas, falhas de equipamento e mau funcionamento de sistemas de controle). A figura 4 a seguir demonstra a taxa de acidentes no período histórico de 1996 a 2006 em refinarias americanas.

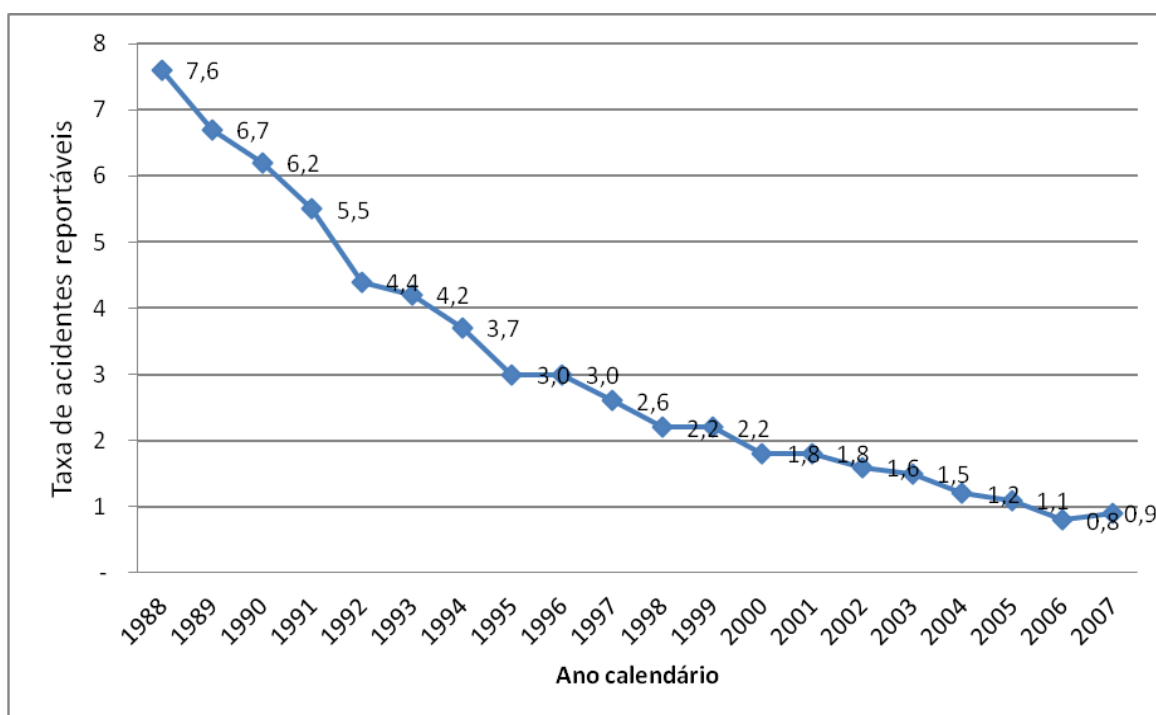


Figura 4 – Taxa de acidentes em refinarias norte americanas
Fonte: Adaptado pelo autor com dados de Rains (2012)

Sistemas de gestão tais como OSHA, EPA, API e outros, são referências na gestão de investigação de acidentes. As diretrizes fornecidas nesse momento são

uma compilação de práticas de investigação de incidentes, incluindo: o conceito de raiz de várias causas, relação entre causas e deficiências do sistema de gestão, aplicativo de várias ferramentas de investigação de ponta, incluindo diagramas de lógica, análise de risco e matriz hipótese.

O aperfeiçoamento contínuo do aprendizado das técnicas de investigação inclui três tópicos significativos: coleta de evidências, determinação de causa raiz e entrevista de testemunhas-chave. Alguns erros no processo de investigação são comuns como parar a investigação antes de ser atingida a causa raiz ou antes de várias causas serem identificadas, e o acompanhamento das recomendações que foram atribuídas para evitar recorrências.

O *Journal of Safety Science and Technology*, 2011 publicou exemplos das causas de acidentes de grandes indústrias, também ilustrados por Bradley na figura 5. Ele descobriu que 10 entre todos os objetos de falhas são atribuídos a falhas de fabricação e equipamentos. Erros de funcionamento, de gestão e de especificação de projetos são os demais fatores contribuintes.

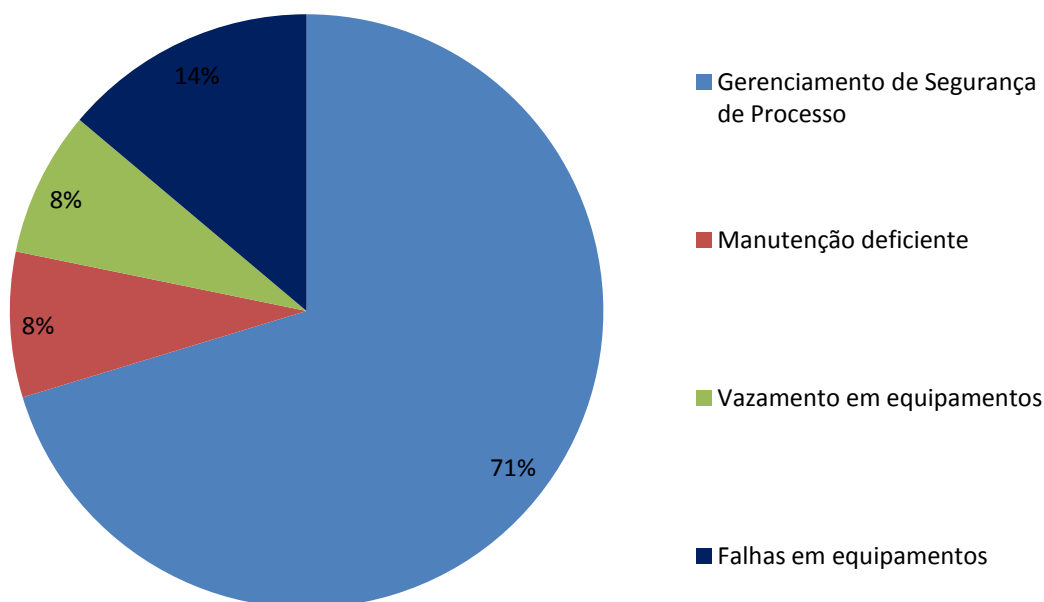


Figura 5 - Porcentagem de falhas em acidentes de processo

Fonte: Adaptado pelo autor com dados de Bradley (1999 apud RASTOGI; GABBAR, 2011)

O processo de investigação de acidentes deve descrever a finalidade do

programa e o objetivo geral para evitar recorrências. O responsável pela operação da planta também deve descrever como as conclusões e resultados de investigação de incidentes são controlados até que eles sejam resolvidos, incluindo documentar a resolução e comunicando as ações para o pessoal afetado.

A figura 6 demonstra como deve ser o fluxo de informações sequenciais durante a investigação de acidentes de acordo com o CCPS como também o compartilhamento de lições aprendidas como forma de evitar recorrências.

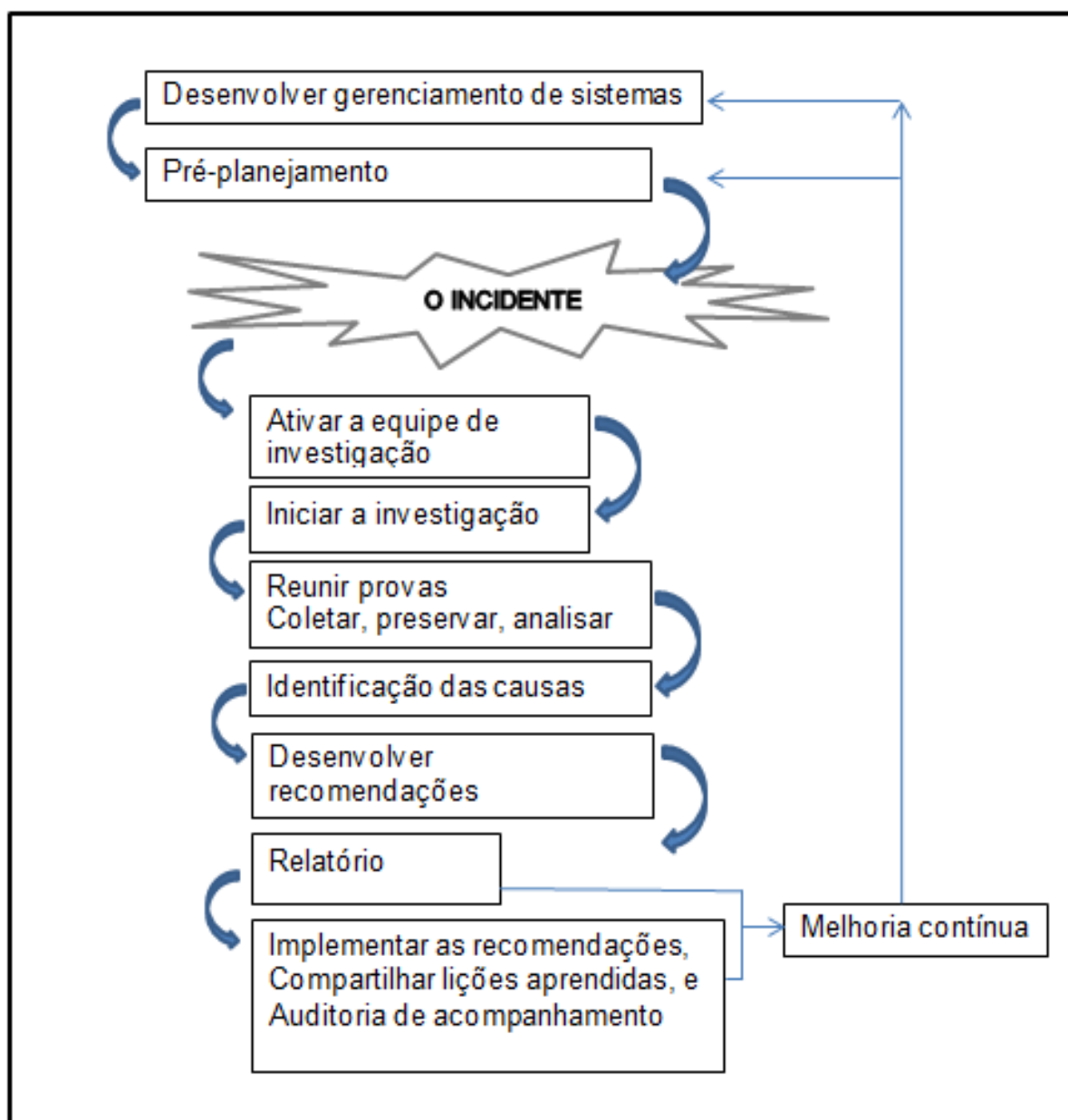


Figura 6 - Fluxograma de investigação de acidentes de acordo com o CCPS

Fonte: Adaptado pelo autor com dados de Philley (2003, p.4)

As equipes de análise de perigos de processo podem rever esses relatórios como parte de suas atividades. Informações adicionais que uma planta pode optar por incorporar ao plano incluem formulário de investigação de incidentes, visão geral da formação para a equipe de investigação de incidentes e descrição das taxas de incidentes.

O processo de investigação de acidentes tem como objetivo fornecer diretrizes para o relato de incidentes nas instalações, realizar investigações de incidente ou eliminar as causas sistemáticas e evitar a repetição de incidentes semelhantes. Garante que todos os incidentes e quase incidentes sejam reportados, registrados e investigados adequadamente; as estatísticas dos incidentes sejam analisadas para determinar as tendências; realiza o acompanhamento e o fechamento das recomendações para solucionar as deficiências e identifica as causas raiz.

A interação do elemento investigação de acidentes faz interface com outros elementos da norma API RP 750, como a resposta e o controle a emergência e o próprio gerenciamento de processo uma vez que visa a eliminação e mitigação das perdas e acidentes.

O quadro 16 a seguir orienta a classificação dos níveis de gravidade da segurança do processo para os casos de classificação e tipo de metodologia de investigação em que são definidos de acordo com a descrição do incidente para danos pessoais, ambientais, reputação, incêndio, explosão. Os quase acidentes são classificados inicialmente como nível A, entretanto de acordo com o risco potencial podem ser investigados como nível B ou C.

Um princípio de incêndio não é considerado quase acidente. Sempre será classificado como nível B ou nível C, como também derramamentos de produtos químicos. Para cada categoria listada na primeira linha horizontal, existem os resultados obtidos para determinar o nível de gravidade nas demais linhas à direita.

Descrição	Nível A Técnica usada: 5 Por quês	Nível B Técnica usada: Árvore dos Por quês	Nível C Técnica usada: Árvore dos por quês com apoio de um especialista e/ou entidade no assunto
Danos Pessoais ▪ Morte ▪ Dias de afastamento do trabalho ▪ Primeiros socorros ▪ Restrição para trabalho	• Primeiros socorros	• Danos ou enfermidades com afastamento do trabalho	• Morte no trabalho • Múltiplos danos registráveis • Catástrofes
▪ Colisões de veículos motorizados	▪ Colisões de veículos motorizados sem lesões ou vítimas	▪ Colisões de veículos motorizados com lesões	▪ Colisões de veículos motorizados com fatalidades ou catastróficas
Descrição	Nível A Investigação em nível da técnica: 5 Por que	Nível B Investigação em nível da técnica: Árvore dos Por que	Nível C Investigação em nível da técnica: Árvore dos Por que com apoio de um especialista no assunto
Meio Ambiente ▪ Vazamentos e emissões atmosféricas	▪ Derramamento maior que 160 kg de produtos químicos ▪ Qualquer emissão para o ar não controlada ou não intencional que afete o local de trabalho, não extrapolando o departamento ou área de atuação.	▪ Derramamento menor que 8.000 kg de produtos químicos ▪ O órgão do governo responde e intervêm com multas. ▪ Qualquer emissão para o ar não controlada ou não intencional extrapolando o local de trabalho, departamento ou área, mas que não extrapole as cercas da empresa.	▪ Derramamento maior que 8.000 kg de produtos químicos. ▪ Qualquer emissão para o ar, não controlada ou não intencional, que extrapole as cercas da empresa.

Quadro 16 - Incidentes de Segurança de Processo e Categorias de gravidade

Fonte: Elaborado pelo autor

5.11 Segurança de Empresas Contratadas

Embora a norma ABNT NBR 15662 e API RP 750 não abordem o gerenciamento de empresas contratadas, ao usar os contratados para executar o trabalho no entorno de processo que envolve produtos químicos perigosos, é preciso estabelecer um processo de seleção de modo que os contratados que realizam as tarefas do trabalho desejado não comprometam a segurança e a saúde dos trabalhadores em uma instalação.

A empresa contratada deve assegurar que os seus funcionários sejam treinados nas práticas de trabalho necessárias para realizar seu trabalho com

segurança, assegurar que os funcionários contratados sejam instruídos sobre o potencial de incêndio, explosão ou liberação de riscos tóxicos associados ao seu trabalho e ao processo, e nas disposições aplicáveis do plano de atendimento a emergência. Deve documentar que cada empregado contratado recebeu e entendeu as exigências quanto às normas aplicáveis e os meios utilizados para verificar se o funcionário está apto a desempenhar a função e garantir que cada um siga as regras de segurança da instalação, incluindo a práticas de trabalho seguro e procedimentos operacionais (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2000).

O setor de contratações da planta deve abordar um sistema de avaliação dos contratados antes da seleção e um sistema de controle de contratados para garantir que eles estão cumprindo suas obrigações do gerenciamento de segurança de processo.

Informações adicionais que uma planta pode decidir incorporar a um plano específico incluem critérios específicos que são usados como parte do processo de seleção do contratado e avaliações periódicas dos prestadores de serviços.

Este processo deve estabelecer uma metodologia que permita a qualificação e seleção de empresas contratadas, melhorando de forma contínua o desempenho em saúde, meio ambiente, e conseqüentemente dos funcionários e instalações através do uso de procedimentos que irão envolver as áreas de responsabilidade da liderança e engajamento de empresas contratadas com o foco em planejamento, qualificação e seleção, acompanhamento dos trabalhos e avaliação de desempenho das empresas e contratados.

A interação com outros elementos do gerenciamento de segurança de processo inclui práticas de trabalho seguro, gerenciamento de mudanças, investigação de acidentes e resposta e controle a emergência.

5.11.1 Planejamento e Identificação de Riscos

A etapa inicial consiste na elaboração do documento de identificação de riscos do trabalho pelo solicitante do serviço. O processo deve propor uma composição com as etapas de planejamento e identificação dos riscos, qualificação e seleção de contratados, programa de integração para novos contratados, e a realização de revisões e inspeções antes, durante e após a execução dos trabalhos.

Antes do início da jornada de trabalho os contratados receberão as instruções e os procedimentos de segurança referente ao escopo do trabalho relacionado, e dependendo do tipo do trabalho, os contratados também receberão treinamentos de práticas de segurança no trabalho.

5.11.2 Qualificação e Seleção de Empresas Contratadas

Esta etapa garante que as empresas contratadas sejam selecionadas em atendimento às exigências e expectativas do processo. O solicitante do serviço é responsável por avaliar o atendimento aos quesitos técnicos, levando em consideração o desempenho de segurança apresentado pela empresa contratada, conforme histórico de segurança. Outros critérios também são utilizados para melhor suportar o processo de seleção, tais como experiência em realizar determinado tipo de trabalho, disponibilidade, custo, entre outros.

5.12 Auditorias em Gerenciamento de Segurança de Processo

Por fim, quando o programa de gerenciamento de riscos estiver implementado na instalação, deve ser providenciado um processo de auditoria para garantir a efetividade do sistema de gerenciamento de segurança de processo como dita a norma API RP 750.

Por sua vez, a norma ABNT NBR 15662 tem como objetivo da análise crítica do sistema de gerenciamento para verificar a eficiência, eficácia e continuidade do gerenciamento de riscos de explosão por meio da observação dos resultados obtidos em cada um de seus elementos anteriores. Essa norma não especifica exatamente um elemento auditorias, porém por meio da interpretação do objetivo de uma análise crítica, pode se dizer que é também uma espécie de auditoria.

Ao se implementar um sistema de gestão, são estabelecidos os processos necessários, suas interações e divulgação por toda a empresa. Um planejamento e programa de auditorias internas devem ser estabelecidos com base na importância dos elementos do gerenciamento de segurança de processos, bem como no resultado de auditorias anteriores.

O propósito desse elemento do gerenciamento de segurança de processo é estabelecer uma maneira que possibilite verificar a conformidade com os requisitos aplicáveis a segurança, meio ambiente e confiabilidade, identificando e implementando controles necessários para alcançar e manter a conformidade com os requisitos identificados. Com este objetivo é possível avaliar e verificar a conformidade com os requisitos estabelecidos, identificar potenciais não conformidades pelo não cumprimento de requisitos, acompanhar as ações até a resolução e avaliar a situação da conformidade, fazendo as melhorias adequadas aos processos e gerando relatórios.

Este processo deve encorajar os empregados e contratados a comunicarem livremente as reais ou potenciais violações de segurança da companhia, decorrentes da informação prestada. Os processos devem incluir uma investigação adequada e em tempo hábil para analisar a informação fornecida. Os auditores que fazem parte da avaliação nas auditorias dos elementos do gerenciamento de segurança de processo devem ter no mínimo o conhecimento do elemento que está sendo auditado e ser independentes da área a ser auditada para não sofrer interferências ou influências.

Todas as vezes que houver falha no atendimento aos requisitos dos elementos que estão sendo auditados, um relatório de ação corretiva deve ser iniciado para assegurar a avaliação das causas e tomadas de ações corretivas apropriadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os riscos gerados pela indústria petroquímica e outras indústrias estão em constante mudança no Brasil e no mundo devido ao dinamismo inerente ao próprio segmento químico. As exigências de como estes riscos devem ser gerenciados e controlados também estão se tornando cada vez mais restritivas. Tudo isso nos leva a crer que novos métodos e novas tecnologias para gerenciamento de risco devam ser desenvolvidos.

A norma API RP 750 analisa os detalhes dos elementos do gerenciamento de risco de processo como forma de gerenciamento da segurança em indústrias químicas e petroquímicas enquanto que a abrangência da norma ABNT NBR 15662 se aplica ao gerenciamento de riscos de explosão na indústria de qualquer segmento, embora tenha tido como fonte de pesquisa a norma API RP 750 para seu desenvolvimento e estrutura.

Um desafio para as empresas dos setores químico e petroquímico é equilibrar as questões éticas, econômicas e de segurança dentro de uma forma coerente. No entanto, quando se trata de solucionar problemas ligados aos danos causados por insegurança em unidades de processo ou acidentes fatais, as crescentes exigências de normatização das operações e procedimentos organizacionais se fazem necessárias, cada vez mais, para evitar ocorrências deste tipo. É necessário que a alta direção e níveis gerenciais das empresas liderem esta conduta como forma de adotar práticas seguras, supervisionando diretamente as atividades de campo realizadas pela força de trabalho.

É permitido às organizações adotar as medidas de contenção e controle imediato, verificando procedimentos operacionais e adoção de medidas preventivas, bem como verificar por meio de auditorias de gerenciamento de segurança a atual situação do segmento deste setor produtivo antes da implementação de qualquer recomendação que seja proveniente de estudos de gerenciamento de risco.

A concretização deste estudo visa apurar os conhecimentos obtidos durante a pesquisa realizada, porém com margem de extensão para um estudo futuro que diz respeito às normas e legislações brasileiras aplicáveis ao assunto e também no que tange ao comportamento seguro adotado pelo ser humano.

Com este estudo concluí-se que:

- a) há necessidade de se formar profissionais bem orientados e organizações com recursos financeiros adequados, somados ao propósito da empresa em manter suas instalações seguras com suas respectivas manutenções, sempre visando à segurança e confiabilidade das instalações, que são de extrema importância para a continuidade dos negócios;
- b) é necessário colocar um pouco de luz sobre este assunto de uma maneira clara e objetiva, e que sirva de fonte de literatura e pesquisa para as pessoas que queiram saber um pouco mais sobre gerenciamento de segurança de processo em unidades fabris;
- c) a falta de padrões de gerenciamento de segurança de processos pode prejudicar o desenvolvimento da indústria brasileira.

Um fator predominante e necessário é a introdução de disciplinas de segurança de processo e análise de riscos industriais em cursos acadêmicos, algo que pôde ser notado no decorrer desta pesquisa pela falta de literatura e publicação de artigos nacionais sobre o assunto, como também uma abordagem específica no curso de mestrado profissional em segurança de processos industriais.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

A utilização do gerenciamento de segurança de processo por meio da implementação dos processos nele contidos como item obrigatório seria algo a agregar resultados significativos na prevenção de acidentes e perdas. Porém, uma vez obrigatório, será necessária uma estrutura em rede nacional para fiscalizar tal implementação e o cumprimento de todos os itens relacionados, fato este que, sem a normatização governamental, não será possível.

Faz-se necessário realizar um estudo envolvendo a investigação e a análise histórica das ocorrências de desvios, incidentes, acidentes, emergências e não conformidades detectadas em inspeções e auditorias de segurança de processo, auditorias da sistemática de permissão para trabalho, auditorias comportamentais, inspeções planejadas realizadas pela alta administração, inspeções da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e análise de causas de acidentes pessoais e de acidentes de segurança de processo para determinar se realmente

empresas que possuem um sistema implementado sobre segurança de processo conseguem mensurar o resultado de forma positiva em comparação com empresas que não possuem tal sistema.

Com base em tal diagnóstico e visando a prevenção e a redução da ocorrência e as consequências de eventos adversos de Segurança, Meio Ambiente e Saúde, os membros da alta administração de empreendimentos químicos e petroquímicos poderão estabelecer como um dos projetos estratégicos voltados para o aprimoramento da cultura de segurança, a implementação de um sistema de segurança de processo com base na disciplina operacional de capacitação e a conscientização da força de trabalho em segurança de processo com foco em análise de riscos e intervenções.

Importante seria capacitar a força de trabalho para aplicar as técnicas de Análise Preliminar de Perigos (APP) e HAZOP voltadas para a identificação, avaliação, eliminação, mitigação, controle e monitoramento de riscos envolvendo atividades de intervenções nos processos industriais químicos e petroquímicos;

É necessário conscientizar os trabalhadores em relação à necessidade e importância da disciplina operacional no cumprimento dos padrões de execução associados às intervenções de processos, sistemas, máquinas e equipamentos visando à prevenção de desvios, incidentes, acidentes, doenças, emergências, vazamentos, incêndios, explosões, poluição e a garantia da continuidade operacional com confiabilidade e integridade mecânica de equipamentos de processo e de ativos, fazendo qualquer tarefa de maneira correta todo tempo;

É igualmente importante conscientizar os trabalhadores sobre a importância de se eliminar ou reduzir as ocorrências de desvios identificados em auditorias de intervenções e desvios sistêmicos identificados nas avaliações das intervenções feitas pela liderança;

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15662**: sistemas de prevenção contra explosão – gerenciamento de riscos de explosões. Rio de Janeiro: ABNT, 2009. 27 p.
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API RP 750**: management of process hazards. Washington: 1990. 26p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS - ABIQUIM. **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em <<http://www.abiquim.org.br>>. Acesso em: 5 set. 2011.
- BRASIL. Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978. Normas Regulamentadoras: NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, 08/06/1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, 6 jul. 1978. Disponível em: <<http://www.planalto.org.br>>. Acesso em: 10 ago. 2011.
- BROWN, A. E. P. Análise de riscos de processos conceitos e técnicas de identificação de riscos industriais. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 4-9, jan./fev., 2000.
- BROWN, A. E. P. Risk analysis: an investment in engineering. **Process Safety Progress**, New York, v. 18, n. 2, p. 1-5, 1999.
- BROWN, A. E. P. Safety recommendations for small businesses and/or plants. **Process Safety Progress**, New York, v. 23, n. 2, p. 83, 2004.
- BROWN, A. E. P.; BUCHLER, P. M. Avaliação de riscos industriais. **Revista Meio Ambiente Industrial**, São Paulo, v. 17, n.16, p. 50-53, 1999.
- BROWN, A. E. P.; BUCHLER, P. M. Metodologia de identificação de riscos de processos industriais. **Revista Meio Ambiente Industrial**, Brasil, v. 14, n.13, p. 106-111, 1998.
- FANTAZZINI, M.; DE CICCIO, F. **Introdução à engenharia de segurança de sistemas**. São Paulo: Fundacentro, 1994.
- FREITAS, C. M. et al. Chemical safety and governance in Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 86, p. 135–151, 2001.
- KLETZ, T. A. **Hazop and Hazan**. Oxon, UK: Routledge, 1984.
- KLETZ, T. A. **What went wrong?** Case histories of process plant disasters and how they could have been avoided. 5. ed. Burlington, USA: Elsevier, 2009. 609p.
- LEES, F. P. **Prevenção de perda em processos industriais**. [S.l.]: Butterworths, 1980. v.1-2.
- LEVESON, N. **White paper approaches to safety engineering**. Boston: MIT, 2003. 10p.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. **OSHA 3132: Process safety management**. New York: OSHA, 2000. 59p. Disponível em: <<http://www.osha.gov/Publications/osha3132.html>>. Acesso em: 05 set. 2011.

PHILLEY, J. **Incident investigation - The Center for Chemical Process Safety Approach**. 2. ed. Denver: American Society of Safety Engineers, 2003. 16p.

RAINS, B. D. Operational discipline does your organization do the job right every time? In: CONGRESSO DA AMÉRICA LATINA SOBRE SEGURANÇA DE PROCESSO, 4., 2012. **Anais...** Rio de Janeiro, IBP, 2012.

RASTOGI, A.; GABBAR, H. A. Practical implementation of safety verification in Ing production facilities. **Open Journal of Safety Science and Technology**, v. 1, p.43-59, 2011.

ROSENTHAL, I.; KLEINDORFER, P. R.; ELLIOTT, M. R. **Predicting and confirming the effectiveness of systems for managing low-probability chemical process risks**. Philadelphia: Processes Center, 2006.

SALLIE, K.-M.; ALYSON, W.; CHRISTINE, A.-C. Reliability. **Statistical Science**, v. 21, n. 4, p. 427, 2006.

ULLMANN. Process Systems Engineering, 7. Abnormal Events Management and Process Safety. In: **Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry**. [S.l.]: Wiley, 2005.

YOO, J. H.; LEE, H. S.; KO, J. W. Practical implementation of safety verification in ing production facilities risk assessment and drawing information system based change management. **Korean Journal Chemical Engineering**, v. 28, n.2, p.323-331, 2011.

REFERENCIAS CONSULTADAS

AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION. **Emergency Response Planning Guidelines (ERPG)**. Falls Church: AIHA, 1992.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. **Guidelines for chemical process quantitative risk analysis**. New York: AIChE, 1989.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. **Guidelines for chemical process quantitative risk analysis**. 2. ed. New York: AIChE, 1990.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. **Guidelines for hazard evaluation procedures**. New York: AIChE, 1992.

AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. **Human factors elements missing from process safety management (PSM)**. New York: American Institute of Chemical Engineers, 1991.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API RP 752**: management of hazards associated with location of process plant buildings. Washington: API, 2007.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API RP 753**: Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Portable Buildings. Washington: API, 2007.

ARENDR, J. S.; LORENZO, D. K. **Evaluating Process Safety in the Chemical Industry**. A user's guide to quantitative risk analysis. New York: AIChE: 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17505-1**: armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 1. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. 27p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6184-1**: sistemas de proteção contra explosão Parte 1– determinação dos índices de explosão dos pós, combustíveis no ar. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6184-2**: sistemas de proteção contra explosão Parte 2 – determinação dos índices de explosão dos gases combustíveis no ar. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6184-3**: sistemas de proteção contra explosão Parte 3 – determinação dos índices de explosão das misturas combustível/ar que não sejam as misturas pó/ar e gás/ar. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6184-4**: sistemas de proteção contra explosão Parte 4 – determinação da eficácia dos sistemas de supressão de explosão. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 14p.

CROWL, D. A.; LOUVAR, J. F. **Chemical process safety**: fundamentals with applications. New York: Prentice Hall, 1990.

ECKHOFF, R. K. **Explosion hazards in the process industries**. Houston: Gulf Publishing Company, 2005.

HESTER, R. E.; HARRISON, D. R. M. **Risk assessment and risk management**. New York: The Royal Society of Chemistry, 1998.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61508**: functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems. Geneva: IEC, 2005.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61511**: functional safety in the process industry – safety instrumented systems for the process industry sector. Geneva: IEC, 2003.

KELLER-MCNULTY, S. **Reliability** - the George R. Brown. Houston: School of Engineering, Rice University, 2006.

KLETZ, T. A. **Guidelines for auditing process safety management systems**. 2. ed. London: Institution of Chemical Engineers, 1991.

KLETZ, T. A. **Lessons from disaster**: how organizations have no memory and accidents. London: Institution of Chemical Engineers, 1993.

NASCIMENTO, J. E. **Análise de risco de operabilidade – HAZOP em uma unidade de aquecimento de óleo térmico**. São Paulo, 2010. 97f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia em Segurança do Trabalho) – Curso de Especialização, Faculdade de Engenharia Industrial – FEI, São Paulo, 2010.

RASTOGI, A.; GABBAR, H. A. **Faculty of energy systems and nuclear science**. Oshawa: University of Ontario Institute of Technology, 2011.

SUTTON, I. **Writing operating procedures**. 2. ed. New York: Science Applications International Corp., 1992.

GLOSSÁRIO

Acidente	Evento específico não planejado e indesejável, ou uma sequência de eventos que geram consequências indesejáveis.
Alta Administração	Pessoa ou grupo de pessoas que dirige e controla uma organização no mais alto nível
Análise de Riscos	Estudo quantitativo de riscos numa instalação industrial, baseada em técnicas de identificação de perigos, estimativa de frequências e consequências, análise de vulnerabilidade e na estimativa do risco.
Análise de Vulnerabilidade	Estudo realizado por intermédio de modelos matemáticos para a previsão dos impactos danosos às pessoas, instalações e ao meio ambiente, baseado em limites de tolerância estabelecidos através do parâmetro Probit para os efeitos de sobre pressão advinda de explosões, radiações térmicas decorrentes de incêndios e efeitos tóxicos advindos da exposição a uma alta concentração de substâncias químicas por um curto período de tempo.
Auditoria	Atividade pela qual se pode verificar, periodicamente, a conformidade dos procedimentos de operação, manutenção, segurança e treinamento, a fim de se identificar perigos, condições ou procedimentos inseguros, para verificar se a instalação atende aos códigos e práticas normais de operação e segurança; realizada normalmente através da utilização de Checklist, podendo ser feita de forma programada ou não.
Avaliação de Riscos	Processo pelo qual os resultados da análise de riscos são utilizados para a tomada de decisão, através de critérios comparativos de riscos, para definição da estratégia de gerenciamento dos riscos e aprovação do licenciamento ambiental de um empreendimento.
Ação Corretiva	<p>Ação para eliminar a causa de uma não conformidade identificada ou outra situação indesejável</p> <p>NOTA 1 Pode existir mais de uma causa para uma não conformidade.</p> <p>NOTA 2 Ação corretiva é executada para prevenir a repetição, enquanto que a ação preventiva é executada para prevenir a ocorrência.</p> <p>[ABNT NBR ISO 9000:2005, definição 3.6.5 modificada].</p>
Ação Preventiva	<p>Ação para eliminar a causa de uma potencial não conformidade (2.13) ou outra situação potencialmente indesejável</p> <p>NOTA 1 Pode existir mais de uma causa para uma não conformidade potencial.</p> <p>NOTA 2 Ação preventiva é executada para prevenir a ocorrência, enquanto que uma ação corretiva é executada para prevenir a repetição.</p> <p>[ABNT NBR ISO 9000:2005, definição 3.6.4].</p>

Capacitação	Capacidade do trabalhador de atender às seguintes condições, simultaneamente: a) receber capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional legalmente habilitado e com autorização (3.6); e b) trabalhar sob a responsabilidade de profissional legalmente habilitado e com autorização (3.6).
Controle de Risco	Implementação de ações para reduzir a probabilidade de ocorrência de um fato negativo referente a segurança
Dano	Efeito adverso à integridade física de um organismo.
Deficiência	Condição que não satisfaz os requisitos legais locais, padrões ou critérios de padrões ou normas da indústria, tolerâncias ou especificações do fabricante do equipamento ou os padrões da Empresa que afetam a habilidade do equipamento em desempenhar sua função de integridade.
Diagrama de Instrumentação e Tubulações (P & ID)	Representação esquemática de todas as tubulações, vasos, válvulas, filtros, bombas, compressores, etc., do processo. Os P & ID's mostram todas as linhas de processo, linhas de utilidades e suas dimensões, além de indicar também o tamanho e especificação das tubulações e válvulas, incluindo toda a instrumentação da instalação.
Empregador	Empresa individual ou coletiva que, assumindo os riscos da atividade econômica, admite, assalaria e dirige a prestação pessoal de serviços; designação dada à pessoa, seja física ou jurídica, que admite em seu estabelecimento pessoa para que execute serviço ou exerça funções por si determinadas, mediante remuneração ajustada
Equipamento	Parte única identificada no Sistema de Gerenciamento de Manutenção (CMMS) e/ou banco de dados do programa de Integridade de Ativos.
Erro Humano	Ações indesejáveis ou omissões decorrentes de problemas de sequenciamento, tempo (timing), conhecimento, interfaces e/ou procedimentos, que resultam em desvios de parâmetros estabelecidos ou normais e que colocam pessoas, equipamentos e sistemas em risco.
Espaço Confinado	Qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.
Explosão	Processo onde ocorre uma rápida e violenta liberação de energia, associado a uma expansão de gases acarretando o aumento da pressão acima da pressão atmosférica.
Fator de Risco	Fator intrinsecamente suscetível de causar danos à saúde, integridade das pessoas, materiais e ambiente de trabalho são agentes de natureza física, química, biológica, ergonômica e de acidentes com potencial de causar danos a saúde e a integridade física.
Fluxograma de Processo	Representação esquemática do fluxo seguido no manuseio ou na transformação de matérias-primas em produtos intermediários e acabados. É constituída de equipamentos de

caldeiraria (tanques, torres, vasos, reatores, etc.); máquinas (bombas, compressores, etc.); tubulações, válvulas e instrumentos principais, onde devem ser apresentados dados de pressão, temperatura, vazões, balanços de massa e de energia e demais variáveis de processo.

Frequência	Número de ocorrências de um evento por unidade de tempo.
Gerenciamento de Riscos	Processo de controle de riscos compreendendo a formulação e a implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm por objetivo prevenir, reduzir e controlar os riscos, bem como manter uma instalação operando dentro de padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil.
HAZOP	“Análise dos Riscos Operacionais das Instalações”.
Incidente	Qualquer ocorrência não programada que por circunstância poderia resultar em lesões, danos materiais ou econômicos à organização ou anormalidade no processo operacional e/ou administrativo.
Incêndio	Tipo de reação química na qual os vapores de uma substância inflamável combinam-se com o oxigênio do ar atmosférico e uma fonte de ignição, causando liberação de calor.
Instalação Industrial	Conjunto de equipamentos e sistemas que permitem o processamento, armazenamento e/ou transporte de insumos, matérias-primas ou produtos. Para fins deste manual, o termo é definido como a materialização de um determinado empreendimento.
Integridade do Ativo (Asset Integrity)	Habilidade de um ativo em desempenhar efetivamente e eficientemente sua função planejada para sua aplicação entendida durante seu ciclo de vida e garantir operação livre de incidentes.
Licenciamento Ambiental	Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, modificação, ampliação e a operação de empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar a degradação ambiental, considerando as disposições legais e as normas técnicas aplicáveis ao caso.
Materiais Perigosos	Qualquer substância ou mistura cujas propriedades são capazes de produzirem efeitos adversos às pessoas, à propriedade, ou ao meio ambiente. Tais materiais podem ser inflamáveis, combustíveis, tóxicos, reativos, instáveis ou corrosivos.
Melhoria Contínua	Processo recorrente de se avançar com o sistema de gestão da SEGURANÇA e aperfeiçoamento tecnológico, com o propósito de atingir o aprimoramento do desempenho da SEGURANÇA geral, coerente com a política de SEGURANÇA da organização.
MOC (Management of Change): Gerenciamento de Mudanças	a) Mudança padrão (permanente): a mudança padrão será considerada quando houver a necessidade de uma alteração que resultará em ganhos de eficiência, melhoria na segurança do processo, na saúde dos colaboradores e meio ambiente.

- b) Mudança temporária: a mudança temporária será implementada por um curto período de tempo para atender as necessidades de processo, levando-se em conta a segurança, saúde, meio ambiente ou qualidade do produto.
- c) Mudança de Emergência: estas são as mudanças que precisam ser implementadas imediatamente levando-se em conta a segurança, ao meio ambiente, a saúde dos colaboradores ou a qualidade do produto.

Não conformidade	Não atendimento a um requisito legal, norma técnica, diretriz ou procedimento interno da organização.
Organização	<p>Empresa, corporação, firma, empreendimento, autoridade ou instituição, ou parte ou uma combinação desses, incorporada ou não, pública ou privada, que tenha funções e administração próprias.</p> <p>NOTA Para organizações que tenham mais de uma unidade operacional, uma única unidade operacional pode ser definida como uma organização.</p> <p>[ABNT NBR ISO 14001:2004, definição 3.16].</p>
Partes Interessadas	Pessoa ou grupo e/ou seus representantes legais, interno ou externo ao local de trabalho, interessado e/ou afetado pelo desempenho da SEGURANÇA de uma organização.
Perigo	Uma ou mais condições, físicas ou químicas, com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação desses.
PHA: <i>Process Hazard Analysis</i>:	Análise de Risco de Processo
Planta	Conjunto de unidades de processo e/ou armazenamento com finalidade comum.
Plano de ação de emergência (PAE)	Documento que define as responsabilidades, diretrizes e informações, visando a adoção de procedimentos técnicos e administrativos, estruturados de forma a propiciar respostas rápidas e eficientes em situações emergenciais.
Probabilidade	Chance de um evento específico ocorrer ou de uma condição especial existir. A probabilidade é expressa numericamente na forma de fração ou de porcentagem.
Programa de Integridade de Ativos:	O programa que descreve a governança e a sistemática de implementação das atividades tais como inspeções, testes, monitoramento, manutenção preventiva e corretiva para ajudar a garantir os equipamentos estão em condições apropriadas para sua aplicação entendida durante o ciclo de vida projetado. Integridade de Ativos é um elemento do Processo de Segurança baseado no risco que ajuda a verificar que os equipamentos são projetados adequadamente, instalados em acordo com as especificações, e permanecem adequados para o uso até que sejam desativados.
Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)	Documento que define a política e diretrizes de um sistema de gestão, com vista à prevenção de acidentes em instalações ou atividades potencialmente perigosas.

Risco	É a probabilidade de ocorrer de um evento não desejado, que pode se transformar em dano a saúde, integridade das pessoas, materiais e ambiente do trabalho.
Sistema de Gestão	Uma estrutura organizacional com definições de responsabilidades técnicas e administrativas para desenvolver e implementar sua política de SEGURANÇA e para gerenciar seus riscos (3.16) por meio de técnicas e das melhores práticas disponíveis de SEGURANÇA
Situação de Emergência Interna:	<p>Ocorrência anormal, implicando em um estado de Perturbação parcial ou total da fábrica, podendo ser classificado como de Nível 01, Nível 02 e Nível 03, tais como:</p> <ol style="list-style-type: none">Emergência de Nível 01 - ocorrências em que para o seu correto atendimento, seja necessário somente os recursos técnicos, humanos e materiais existentes na área envolvida.Emergência de Nível 02 - ocorrências em que para o seu correto atendimento, seja necessário além dos recursos técnicos, humanos e materiais existentes na área de ocorrência da emergência, também os demais recursos disponíveis na unidade.Emergência de Nível 03 - quando de ocorrência de situações de emergência onde os recursos técnicos, humanos e materiais internos da unidade disponíveis sejam julgados como insuficientes para o atendimento da situação de emergência. Neste caso, deverão ser acionados os órgãos externos como, por exemplo: Grupamento de Bombeiros, Defesa Civil, CETESB, etc.
Situação de Emergência Externa:	Evento inesperado que afeta, direta ou indiretamente, a segurança e a saúde da comunidade envolvida, sendo ela localizada fora da empresa.
Substância	Espécie da matéria que tem composição definida.
Trabalhador	Toda pessoa que, executando um esforço físico ou intelectual no desempenho de uma atividade ou de uma profissão, realiza um empreendimento, promove uma obra ou obtém um resultado tendo em mente satisfazer uma necessidade economicamente útil.
Unidade	Conjunto de equipamentos com finalidade de armazenar (unidade de armazenamento) ou de provocar uma transformação física e/ou química nas substâncias envolvidas (unidade de processo).