

Indicadores de Segurança de Processo

Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Version 3.1

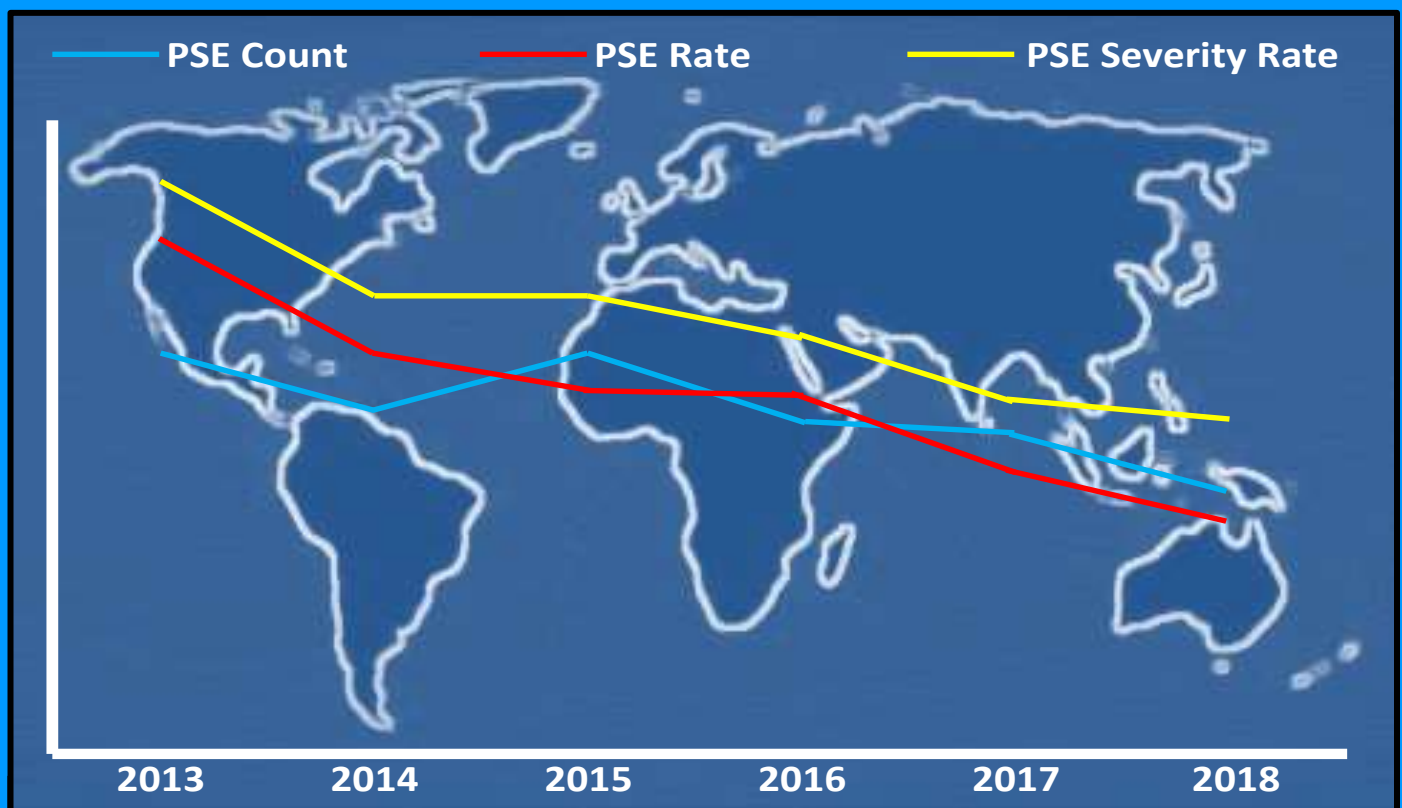


Table of Contents

Acrônimos

Prefácio

- 1 Introdução
- 2 Visão Geral de Indicador de Segurança de Processo
 - 2.1 Designação de Acidentes de Segurança de Processo
 - 2.2 Critérios de Indicadores de Segurança de Processo
 - 2.2.1 Envolvimento do Processo
 - 2.2.2 Reporte de Condições Limites
 - 2.2.3 Localização
 - 2.2.4 Liberação Aguda
 - 2.3 Fluxograma de Identificação de Evento de Segurança do Processo
 - 2.4 Exclusões
- 3 Tier 1 - Indicadores de Evento de Segurança de Processo
 - 3.1 Propósito do Indicador Tier 1
 - 3.2 Condições Limites dos Eventos de Segurança de Processo Tier 1
 - 3.3 Níveis de Gravidade do Evento de Segurança de Processo Tier 1
- 4 Tier 2 - Indicadores de Evento de Segurança de Processo
 - 4.1 Propósito do Indicador Tier 2
 - 4.2 Condições Limites dos Eventos de Segurança de Processo Tier 2
- 5 Reporte de Indicadores de Eventos Tier 1 e Tier 2 de Segurança de Processo
 - 5.1 Taxa Ajustada de Indicadores
 - 5.2 Indicadores de Segurança do Processo da Indústria
 - 5.3 Interpretações e Exemplos de Indicadores PSE
- 6 Tier 3 – Indicadores de Incidentes
 - 6.1 Propósito do Indicador Tier 3
 - 6.2 Definição de um Incidente de Segurança de Processo
 - 6.3 Exemplos de Incidentes de Segurança de Processo
 - 6.3.1 Desafios às Camadas de Proteção
 - 6.3.2 Desvios ou Excursões do Processo
 - 6.4 Sistema de Gestão de Incidentes
 - 6.5 Maximizando os Indicadores dos Relatórios de Incidentes

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- 7 Tier 4 - Indicadores de Desempenho da Disciplina Operacional e do Sistema de Gestão
 - 7.1 Propósito do Indicador Tier 4
 - 7.2 Modelos de Causa de Acidentes
 - 7.3 Reduzindo os Riscos de Segurança de Processo
 - 7.3.1 Definindo a Disciplina Operacional
 - 7.3.2 O Impacto da Disciplina Operacional no Risco
 - 7.4 A Abordagem da Camada de Proteção
 - 7.5 A Abordagem de Segurança de Processo Baseado em Riscos
 - 7.5.1 Exemplos do Pilar "Compromisso com a Segurança de Processo"
 - 7.5.2 Exemplos do Pilar "Compreender Perigos e Riscos"
 - 7.5.3 Exemplos do Pilar "Gerenciar Riscos"
 - 7.5.4 Exemplos do Pilar "Aprenda com a Experiência"
 - 7.6 Fatores Humanos
 - 7.6.1 Exemplos de Auditorias do Sistema de Segurança de Processo
 - 7.6.2 Exemplos de Gerenciamento de Riscos de Fadiga

8 Referências

Apêndice

- A Glossário e Definições
- B Exemplos Detalhados de Indicadores de PSE

Acrônimos

AICHe	Instituto Americano de Engenheiros Químicos
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
CCPS	Centro para Segurança de Processos Químicos
COO	Conduta Operacional
DGL	Lista de Produtos Perigosos
DOT	Departamento de Transportes dos E.U.A.
SSMA (EHS)	Segurança, Saúde e Meio Ambiente
ITPM	Programa de Inspeção, Teste e Manutenção Preventiva
LOPC	Perda de Contenção Primária
MOC	Gerenciamento de Mudança
OD	Disciplina Operacional
PRD	Dispositivo de Alívio de Pressão
PSE	Evento de Segurança de Processo
PSE1	Tier 1 Evento de Segurança de Processo
PSE2	Tier 2 Evento de Segurança de Processo
PSE1R	Taxa de Evento de Segurança de Processo – Indicador Tier 1
PSE1SR	Taxa de Gravidade de Evento de Segurança de Processo – Indicador Tier 1
PSE2R	Taxa de Evento de Segurança de Processo – Indicador Tier 2
PSI	Acidente de Segurança de Processo
PSIE	Ferramenta de Avaliação de Acidente de Segurança de Processo
RBPS	Segurança do Processo Baseada em Risco
SIS	Sistema Instrumentado de Segurança
TIH	Perigo de Inalação de Tóxico
TQ	Condições Limites (Quantidade)
U.S.	Estados Unidos
UNDG	Produtos Perigosos das Nações Unidas

Prefácio

O Centro de Segurança para Processos Químicos (CCPS) foi estabelecido em 1985 pelo Instituto Americano de Engenheiros Químicos (AIChE) com o propósito expresso de auxiliar a indústria na prevenção ou mitigação de acidentes de processos e em ajudar a gerenciar efetivamente os riscos de segurança do processo. Atualmente, mais de 200 membros corporativos em todo o mundo impulsionam as atividades do CCPS.

Em 2006, o Comitê de Direção Técnica do CCPS autorizou a criação de um comitê de projeto para desenvolver um guia para o desenvolvimento e uso de indicadores de segurança de processos primários e indicadores de resultados. Este comitê identificou que uma importante oportunidade de inovação para a indústria seria o desenvolvimento de indicadores primários e de resultados que poderiam ser usados para avaliar as medições de desempenho de segurança de processos na indústria química e de petróleo. Para alcançar este objetivo foram envolvidos representantes e membros das principais associações comerciais das indústrias químicas e petrolíferas, bem como outras globais e importantes partes interessadas.

O resultado do esforço do CCPS de 2006 foi publicado em dezembro de 2007. Muitas empresas e organizações usaram as definições estabelecidas em 2007. Estas definições formaram a base e a criação de uma nova prática recomendada pela ANSI / API, a API RP 754: Indicadores de Desempenho de Segurança de Processo para o Refino e Indústrias Petroquímicas. Esta prática recomendada foi finalizada e lançada em abril de 2010. O CCPS e vários membros do comitê de indicadores do CCPS original participaram do comitê de normas API que desenvolveu a API RP 754.

Em 2011, após o lançamento da API RP 754, o CCPS atualizou seu guia de 2007 para alinhar o guia do CCPS com a API RP 754. A intenção era assegurar que uma empresa ou organização pudesse usar os documentos do CCPS, ou da API, para as camadas superiores (*tiers 1 e 2*) definições de eventos de segurança de processo e, portanto, classificar consistentemente os acidentes de segurança de processos.

Em abril de 2016, a API lançou a segunda edição da API RP 754 que incluiu esclarecimentos de definições anteriores, adição de novas definições, incorporação de orientações opcionais de ponderação de gravidade, e revisão dos limites Tier 1 e Tier 2 [1]. Como o objetivo final do projeto CCPS de 2006 era desenvolver e promover o uso de indicadores comuns através da indústria, e em todo o mundo, o CCPS está mais uma vez atualizando este guia para se alinhar à API RP 754 para continuar seu suporte aos indicadores de desempenho comuns da indústria.

Reconhecendo que os indicadores de desempenho continuam a evoluir, o CCPS criou um recurso permanente de página da Web para os indicadores de segurança do processo e muitos outros relatórios. A página da Web do CCPS contém vários links para recursos, pesquisas, anúncios e outras



Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

publicações e será atualizada continuamente para fornecer informações e recursos atuais para os indicadores de desempenho de segurança do processo. Para obter informações adicionais, consulte a página da Web, indicadores do CCPS em: CCPS Metrics.

1

Introdução

As empresas membros do CCPS compartilham a visão de indicadores de segurança de processos em toda a indústria, incluindo um conjunto comum de definições e níveis de limite que servirão às empresas individuais e ao setor como um todo, fornecendo um mecanismo para:

- indicar mudanças no desempenho da companhia ou da indústria, para serem usadas para impulsionar a melhoria contínua no desempenho
- realizar benchmarking de companhia para companhia, ou de segmento para segmento da indústria, e
- servir como um indicador proativo de possíveis problemas de segurança de processo que podem resultar em eventos indesejáveis.

Esta resposta foi, em parte, devido ao Painel de Avaliação de Segurança Independente das Refinarias dos EUA (BP U.S. - "Baker Panel") e ao Conselho de Segurança Química dos EUA, recomendados para melhorar os indicadores de segurança do processo do setor das indústrias em seus relatórios finais sobre a explosão de 2005 no BP Texas City refinery [2, 3]. Os indicadores de segurança do processo foram separados em diferentes níveis, conforme descrito neste relatório, com cada nível medido usando "indicadores" que podem ser monitorados e avaliados. Assim, o desempenho de segurança de processos de uma companhia pode ser melhorado com as alterações implementadas a partir de suas avaliações de indicadores de segurança de processo.

Conforme observado, um elemento essencial de qualquer programa de melhoria contínua é a medição e a tendência dos dados de desempenho. Portanto, para melhorar continuamente o desempenho em segurança de processo, é essencial que as companhias, nas indústrias químicas e de petróleo, implementem indicadores de segurança de processo proativos e reativos. As características desses indicadores devem ser as seguintes [1]:

Confiável: Eles devem ser mensuráveis usando uma escala objetiva ou independente. Para ser mensurável, um indicador precisa ser específico e discreto.

Repetitivo: Condições similares produzirão resultados similares e equipes treinadas diferentes medindo o mesmo evento ou ponto de dados obterão o mesmo resultado.

Consistente: As unidades e definições são consistentes em toda a companhia. Isto é particularmente importante quando os indicadores de uma área da empresa são comparados com os de outra.

Independente das Influências Externas: O indicador leva a conclusões corretas e é independente da pressão para alcançar um resultado específico.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Relevante: O indicador é relevante para a disciplina operacional ou sistema de gestão que está sendo medido; eles têm um propósito e levam a uma resposta acionável quando fora do intervalo desejado.

Comparável: O indicador é comparável com outros indicadores semelhantes. A comparabilidade pode ser ao longo do tempo em uma companhia, ou através de uma indústria.

Este guia descreve as recomendações compiladas pelo Comitê de Indicadores de Segurança de Processo do CCPS para um conjunto comum de indicadores proativos e reativos. Consulte a orientação adicional do CCPS que foi publicada sobre a seleção e o gerenciamento de indicadores de segurança do processo [4, 5].

Existem três tipos de indicadores:

Indicadores Reativos – Um conjunto retrospectivo de indicadores com base em acidentes ocorridos e que atendem a um limite estabelecido de gravidade.

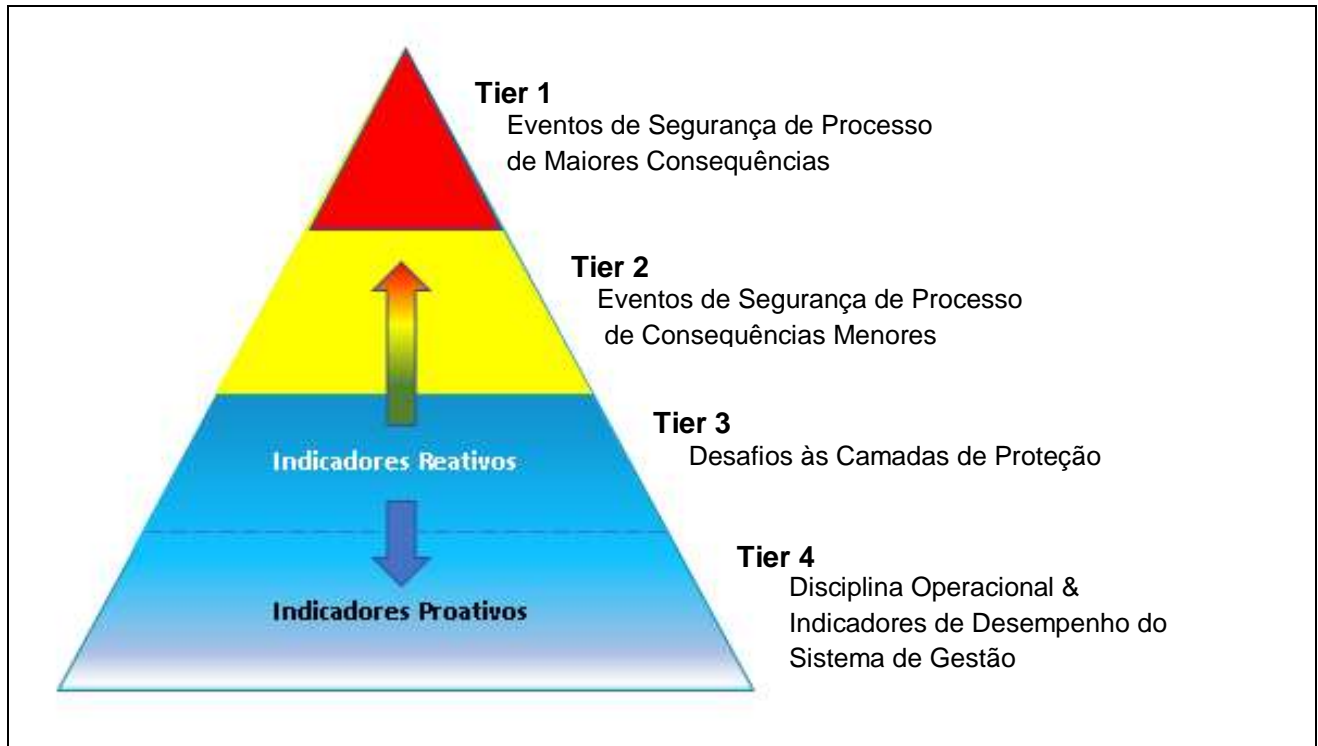
Indicadores de Incidentes – Um conjunto de indicadores com base em incidentes com pouca ou nenhuma consequência (p.e., retrospectiva, Indicadores Reativos) ou de avaliações e observações de desempenho proativas do sistema (p.e., prospectivas, Indicadores Proativos).

Indicadores Proativos – Um conjunto de indicadores voltados para o futuro que indicam o desempenho dos principais processos de trabalho, disciplina operacional ou camadas de proteção que ajudam a evitar possíveis incidentes e acidentes.

Estes três tipos de indicadores podem ser considerados como medidas em diferentes níveis do triângulo de acidentes mostrado na Figura 1. O triângulo é dividido em quatro níveis separados com base na gravidade do acidente ou incidente que ocorreu ou poderia ter ocorrido. Estes níveis correspondem aos quatro Tiers observados na API RP 754 [1], com os acidentes de maior consequência ocorrendo no nível Tier 1 (ou seja, indicadores reativos) e as avaliações de desempenho proativas que ocorrem no nível Tier 4 (ou seja, os indicadores proativos). Observe que não há uma linha definida que separa os indicadores de nível Tier 3 ou Tier 4, pois a designação que os separa como proativos ou reativos é indistinta e dependerá da maturidade do programa de segurança do processo da organização [6].

Estes Tiers, e os indicadores usados para medi-los e avaliá-los, são descritos com mais detalhes neste livro. É altamente recomendável que todas as companhias selecionem indicadores em cada Tier para ajudá-las a monitorar seu desempenho em segurança de processos. Ao compartilhar suas informações por meio de benchmarking, todos ajudarão a impulsionar melhorias contínuas no desempenho de segurança do processo em toda a indústria. Os indicadores podem ser selecionados para os elementos de segurança do processo, como aqueles baseados nos vinte elementos do RBPS (Risk Based Process Safety) [7]. Os indicadores recomendados para cada um desses níveis são descritos em mais detalhes posteriormente neste livro.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos



Notes:

- Tier 3, Desafios para Camadas de Proteção; inclui os incidentes
- Tier 4, Indicadores de Desempenho do Sistema de Gestão & Disciplina Operacional; inclui avaliações proativas e esforços de melhoria contínua, como pesquisas de disciplina operacional [8], avaliações de gerenciamento [7], auditorias de sistemas de gerenciamento de segurança de processos [9] e observações de campo (p.e., observações baseadas em comportamento).

Figura 1

O Triângulo do Acidente: Tiers e Seus Correspondentes Tipos de Indicadores

2

Tier 1 – Terminologia de Acidentes de Segurança de Processo

Esta seção introduz a terminologia usada para designar acidentes e eventos de segurança de processo, fornece orientação sobre os critérios para identificar um acidente, como qual processo está envolvido, quais são os limites do relatório, onde ocorreu o acidente (sua localização) e o que é considerado como uma liberação grave. Esta seção também fornece um fluxograma que pode ser usado para ajudar a identificar um acidente com base na gravidade da liberação. Observe que alguns acidentes foram excluídos e não devem ser abordados ao identificar os indicadores relacionados à segurança do processo proativo e reativo.

2.1 Designação de Acidentes de Segurança de Processo

O objetivo de um sistema de gerenciamento e risco de segurança de processo é melhorar o desempenho de segurança de processo identificando os materiais e energias perigosas inerentes ao processo, identificando como gerenciar efetivamente os riscos associados a estes riscos e sustentando efetivamente um programa de segurança de processo estabelecido. O principal objetivo do programa é "mantê-lo no processo, dentro das tubulações", para evitar a perda de contenção do material perigoso ou energia e, assim, ajudar a evitar acidentes catastróficos. O termo original do CCPS de 2008 de Acidente de Segurança de Processo (PSI):

Acidente/Evento de Segurança de Processo: Um evento que é potencialmente catastrófico, ou seja, um evento envolvendo a liberação/perda de contenção de materiais perigosos que pode resultar em conseqüências para a saúde e ambientais em grande escala, tornou-se a base para o Evento de Segurança do Processo API RP 754 Tier 1 (PSE), descrito mais adiante na Seção 3 deste guia [1, 10].

2.2 Critérios de Indicadores de Segurança de Processo

Esta seção fornece a orientação - os critérios - usada para ajudar a identificar o que é um Evento de Segurança do Processo (PSE). de Tier 1 ou Tier 2.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

2.2.1 Envolvimento do Processo

Um Evento de Segurança do Processo (PSE) satisfaz os critérios de envolvimento do processo químico ou de produtos químicos se o seguinte for verdadeiro:

Um processo deve ter estado diretamente envolvido nos danos causados. Para este propósito, o termo "processo" é usado amplamente para incluir o equipamento e a tecnologia necessários para instalações no local e fora do local, e inclui a produção em indústrias químicas, petroquímicas e de refino, reatores, tanques, tubulações, caldeiras, torres de resfriamento, sistemas de refrigeração, etc. [adaptado de 1 e 10]. Um acidente sem envolvimento químico direto ou de processo, por exemplo, um incêndio no prédio de escritórios, mesmo que o prédio de escritórios esteja em um local da instalação, não é reportável.

Uma lesão de funcionário que ocorre em um local de processo, mas na qual o processo não desempenha nenhum papel direto, não é reportável como um PSE (embora possa ser uma lesão reportável do tipo regulatória). A intenção desse critério é identificar os acidentes relacionados à segurança do processo, diferentemente dos acidentes de segurança ocupacional que não estão relacionados ao processo. Por exemplo, uma queda de uma escada que resulte em uma lesão com perda no dia de trabalho não é um PSE reportável simplesmente porque ocorreu em uma unidade de processo. No entanto, se a queda resultou de uma liberação química, então o acidente é reportável.

2.2.2 Reporte de Condições Limites

Os limites reportáveis dependem da quantidade de material liberado. Os eventos de perda de contenção primária (LOPC) são definidos como [10]:

Perda de Contenção Primária (LOPC): Liberação não planejada ou não controlada de material de contenção primária, incluindo materiais não tóxicos e não inflamáveis (por exemplo, vapor, condensado quente, nitrogênio, CO₂ ou ar comprimido).

A norma API RP 754 expande o termo do CCPS da seguinte forma: {A liberação} de um processo que resulta em uma ou mais das consequências listadas abaixo:

Nota: Vapor, condensado quente e ar comprimido ou liquefeito só são incluídos nesta definição se a sua liberação resultar em uma das consequências caso liberadas além de uma quantidade limite. No entanto, outros gases não tóxicos e não inflamáveis com limites definidos pela Divisão 2.2 da *UN Dangerous Goods* (UNDG) (como nitrogênio, argônio, CO₂ comprimido) estão incluídos em todas as consequências, conforme limites de liberação.

Os tipos de consequências para os Eventos de Segurança do Processo Tier 1 e Tier 2 são mostrados na Tabela 1. Observe que os PSEs do Tier 1 não têm limite superior, enquanto há um intervalo para as PSEs do Tier 2.

Tabela 1

Diferenças entre as Consequências do nível Tier 1 e Tier 2

<p>Consequências para o Tier 1 Evento de Segurança do Processo (PSE1) (Abordado na seção 3)</p>	<p>Consequências para o Tier 2 Evento de Segurança do Processo (PSE1) (Abordado na seção 3)</p>
<p>Um empregado ou contratado c/ afastamento do trabalho (em dias) por lesão ocorrida no trabalho e/ou fatalidade, ou hospitalização e/ou fatalidade de terceiros (não funcionário/contratado)</p>	<p>Uma lesão reportável de empregado, contratado ou subcontratado</p>
<p>Uma evacuação da comunidade oficialmente declarada ou abrigo comunitário no local (incluindo evacuação preventiva da comunidade ou abrigo comunitário no local)</p>	<p>Não aplicável</p>
<p>Um incêndio ou explosão que resulte em um custo direto maior ou igual a US \$ 100.000 para a companhia</p>	<p>Um incêndio ou explosão que resulte em um custo direto maior ou igual a US \$ 2.500 e no máximo de US \$100.000 para a companhia</p>
<p>Uma liberação Aguda de produtos químicos inflamáveis, combustíveis ou tóxicos superiores às Quantidades Limites descritas na Tabela 2 em qualquer período de uma hora</p>	<p>Uma liberação Aguda de produtos químicos inflamáveis, combustíveis ou tóxicos superiores às Quantidades Limites descritas na Tabela 4, e menos do que os descritos na Tabela 2, em qualquer período de uma hora</p>
<p>Uma liberação de um dispositivo de alívio de pressão (PRD) que descarrega, seja diretamente ou por meio de um dispositivo destrutivo a jusante, que resulte em qualquer uma das seguintes condições:</p> <p>Precipitação Atmosférica (Rainout) Descarga para um local potencialmente inseguro</p> <p>Abrigo na planta ou evacuação do local (excluindo programas preventivos no abrigo na planta ou evacuação no local)</p> <p>Medidas de proteção pública (p.e., fechamento de estradas), sejam elas reais ou de prevenção</p>	<p>A release from pressure relief device (PRD) discharges, whether directly or via a downstream destructive device that results in any one of the following:</p> <p>Precipitação Atmosférica (Rainout) Descarga para um local potencialmente inseguro</p> <p>Abrigo na planta ou evacuação do local (excluindo programas preventivos no abrigo na planta ou evacuação no local)</p> <p>Medidas de proteção pública (p.e., fechamento de estradas), sejam elas reais ou de prevenção</p>
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Alguns materiais não tóxicos e não inflamáveis (por exemplo, vapor, água quente ou ar comprimido) não têm quantidades limites de liberação e só são incluídos nesta definição devido ao seu potencial de resultar em uma das outras consequências. 2) Um dispositivo de alívio de pressão (PRD), sistema de segurança instrumentada (SIS) ou descarga de depressão de emergência iniciada manualmente é uma LOPC devido à natureza não planejada da liberação. A determinação do PSE Tier 1 baseia-se nos critérios descritos a seguir. 3) Um incêndio interno ou explosão que provoca uma LOPC de um processo aciona uma avaliação das consequências do Tier 1. A perda de contenção primária não precisa ocorrer primeiro. 	

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

2.2.3 Localização

Um Evento de Segurança do Processo satisfaz os critérios de localização se:

O acidente ocorre na produção, distribuição, armazenamento, utilidades ou plantas piloto de uma instalação que reporta indicadores sob essas definições. Isto inclui áreas de tancagens, áreas auxiliares de apoio (p.e., caldeiras e estações de tratamento de águas residuais) e tubulações de distribuição, sob o controle da planta.

Todos os acidentes reportáveis ocorridos em um local devem ser relatados pela empresa responsável por operar o local. Isto se aplica a acidentes que possam ocorrer em áreas de trabalho do contratado, bem como outros acidentes.

Em operações de portagens e em sites de terceiros, a companhia que opera a unidade onde o acidente foi iniciado deve registrar o acidente e contabilizá-lo no seu indicador de PSE. A norma API RP 754 fornece uma descrição mais detalhada desse conceito em sua definição de “parte responsável” e “armazéns ativos”.

Para obter uma lista completa de materiais com referência cruzada às definições de mercadorias perigosas da *UN Dangerous Goods*, consulte a ferramenta de avaliação de acidentes de segurança de processo do CCPS (*Process Safety Incident (PSI) Evaluation Tool*), publicada na página Web [CCPS Metrics](http://www.aiche.org/ccps/metrics) webpage.

2.2.4 Liberação Aguda

A regra de "1 hora" aplica-se ao propósito dos PSEs Tier 1 ou Tier 2 do reporte. Normalmente, as liberações agudas ocorrem em 1 hora ou menos; no entanto, pode haver algumas liberações que seriam difíceis de comprovar se a liberação da quantidade na condição limite ocorreu em 1 hora. (Exemplo: Um grande estoque de líquido inflamável é derramado de um tanque ou em um dique durante a noite devido a uma válvula de drenagem ter sido ignorada antes de uma operação de transferência. Ela pode não ser descoberta por várias horas, por isso é difícil saber exatamente momento em que a quantidade limite foi excedida.) Se a duração da liberação não puder ser determinada, a duração deve ser considerada como 1 hora.

Para uma designação PSE Tier 1 (Seção 3), a liberação de material atinge ou excede o reporte da Quantidade Limite (TQ) listado na Tabela 2 em qualquer período de 1 hora. Se uma liberação não exceder o nível de TQ mostrado na Tabela 2 durante qualquer período de 1 hora, ela pode ser tratada como um PSE Tier 2.

Para uma designação de PSE Tier 2 (Seção 4), a liberação de material entra na faixa limite do reporte apresentado na Tabela 4, em qualquer período de 1 hora. Se uma liberação não atingir ou exceder o nível mínimo de Quantidade Limite (TQ) desse intervalo durante qualquer período de 1 hora, ela não será tratada como um evento PSE Tier 2. Se o nível máximo na Tabela 4 for excedido, a liberação será considerada um evento PSE Tier 1.

2.3 Fluxograma de Identificação de Evento de Segurança do Processo

Um fluxograma que pode ser usado para ajudar a identificar um acidente de segurança do processo é ilustrado na Figura 2.

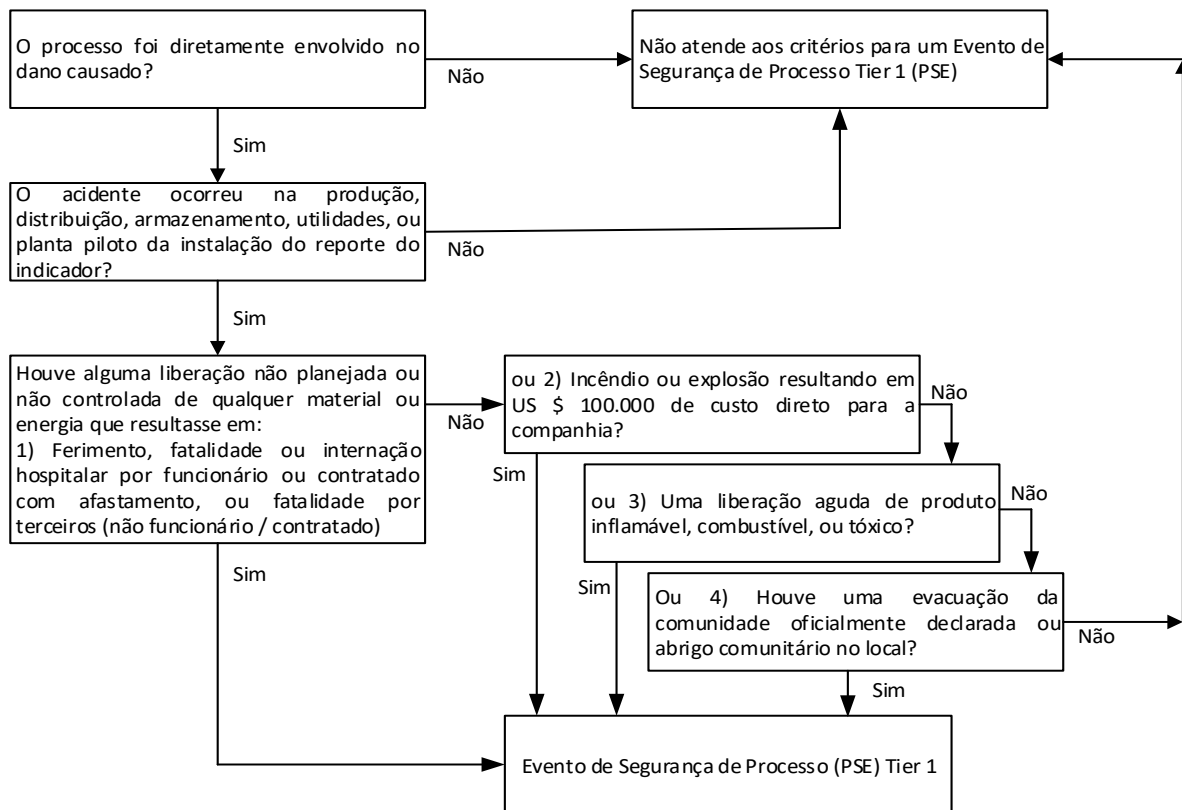


Figura 2

Fluxograma Usado para Determinar um Evento de Segurança do Processo Tier 1

2.4 Exclusões

Recomenda-se que as companhias registrem e informem os indicadores nas instalações da própria companhia ou operadas por ela. No entanto, as seguintes exceções podem ser aplicadas:

1. Acidentes/Eventos que se originaram fora do patrimônio da Companhia, somente se estiverem fora do controle da parte responsável;
2. Acidentes de embarcações de transporte marítimo quando a embarcação não estiver conectada à instalação (ou seja, durante a alimentação ou transferência de produto para uma instalação);

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

3. Acidentes de caminhões e/ou em ferrovias quando o caminhão ou vagão não estiver conectado à instalação (ou seja, durante a alimentação ou transferência de produto), exceto quando estiver em processo de conexão ou desconexão com o processo, ou quando o caminhão ou vagão está sendo usado para armazenamento no local. Quaisquer caminhões ou vagões esperando para serem descarregados devido a limitações no volume disponível dentro do processo são considerados no local de armazenamento
Nota: A estadiamento ativo não é parte da conexão ou desconexão do processo; O estadiamento ativo não é considerado armazenamento no local; o estadiamento ativo faz parte do transporte
4. Operações de caminhão a vácuo *quando não usadas* para operações de carregamento ou descarregamento de caminhões no local, ou uso da bomba de transferência de caminhão a vácuo;
5. Emissões de rotina permitidas ou regulamentadas pelos órgãos públicos;
6. Acidentes de escritórios, lojas e armazéns que não envolvam materiais de processo;
7. Acidentes ocupacionais de "escorregão/tropeço/queda" que *não estejam diretamente associados* à evacuação ou à resposta a acidente por perda de contenção;
8. Drenagem planejada e controlada de um material perigoso para coleta, ou de sistema de drenagem projetado para tal serviço
Nota: A exclusão não se aplica a uma liberação não intencional e não controlada de material da contenção primária que flui para um sistema de coleta ou drenagem
9. Laboratórios de Garantias de Qualidade (GQ), Controle de Qualidade (CQ) e Pesquisa e Desenvolvimento (P & D)
Nota: A exclusão não se aplica a plantas-piloto
10. Operações de abastecimento no local de equipamentos móveis e estacionários (p.e., pick-ups, geradores a diesel e equipamentos pesados).

3

Tier 1 – Indicadores de Eventos de Segurança de Processo

3.1 Propósito do Indicador Tier 1

O resultado dos Eventos de Segurança do Processo Tier 1 (PSE1) é o indicador de desempenho mais reativo e representa os eventos de maior perda de Contenção Primária (LOPC) - designados na Figura 1 como “PSEs de Maior Consequência”. Os indicadores PSEs Tier 1, mesmo aqueles que foram contidos por sistemas secundários, indicam várias deficiências no sistema de barreira ou nas camadas de proteção. Quando os PSE1s são usados em conjunto com indicadores de nível mais baixos, eles ajudam a fornecer a avaliação do desempenho geral de segurança do processo da companhia.

3.2 Condições Limites dos Eventos de Segurança de Processo Tier 1

Os critérios para identificar um Evento de Segurança do Processo Tier 1 (PSE1) foram discutidos na Seção 2.2. Estes critérios incluem o seguinte: qual processo está envolvido, quais são as condições limites do reporte, onde ocorreu o acidente (sua localização) e o que é considerado como uma liberação aguda.

Os limites de gravidade do PSE1 estão listados na Tabela 2.

Uma comparação dos tipos de consequências para os Eventos de Segurança de Processos Tier 1 e Tier 2 foi mostrada na Tabela 1.

3.3 Níveis de Gravidade dos Eventos de Segurança de Processo Tier 1

Um nível de gravidade é atribuído a cada categoria de consequências para PSEs Tier 1 usando os critérios mostrados na Tabela 3.

Table 2

Tier 1 Condições Limites do Evento de Segurança do Processo (PSE1)

Categoria de Liberação Limites	Classificação do Produto Perigoso ^{a, c, d}	Condição Limite (TQ)	Condição Limite Recomendada (TQ) para Liberação em Ambiente Fechado ^b
1	Perigo por Inalação de Produtos Tóxicos (TIH) Zona A	5 kg (11 lb)	0.5 kg (1.1 lb)
2	Perigo por Inalação de Produtos Tóxicos (TIH) Zona B	25 kg (55 lb)	2.5 kg (5.5 lb)
3	Perigo por Inalação de Produtos Tóxicos (TIH) Zona C	100 kg (220 lb)	10 kg (22 lb)
4	Perigo por Inalação de Produtos Tóxicos (TIH) Zona D	200 kg (440 lb)	20 kg (44 lb)
5	Gases Inflamáveis ou Líquidos com Ponto de Ebulição Inicial $\leq 35^{\circ}\text{C}$ (95°F) e Ponto de Fulgor $< 23^{\circ}\text{C}$ (73°F) ou Outros Grupos - Grupo de Embalagens I - Produtos excluindo ácidos & bases fortes	500 kg (1100 lb)	50 kg (110 lb)
6	Líquidos com Ponto de Ebulição Inicial $> 35^{\circ}\text{C}$ (95°F) e Ponto de Fulgor $< 23^{\circ}\text{C}$ (73°F) ou Outros Grupos – Grupo de Embalagem II - Produtos excluindo ácidos & bases moderados	1000 kg (2200 lb) or 7 bbl	100 kg (220 lb) or 0.7 bbl
7	Líquidos com Ponto de Fulgor $\geq 23^{\circ}\text{C}$ (73°F) e $\leq 60^{\circ}\text{C}$ (140°F) or Líquidos com Ponto de Fulgor $> 60^{\circ}\text{C}$ (140°F) liberação na temperatura em ou acima do Ponto de Fulgor or Ácidos & bases fortes ou Outros Grupos – Grupo de Embalagem III- Produtos de baixo risco or Divisão 2.2 – Produtos Não Inflamáveis, Gases Não tóxicos (excluindo vapor, condensado quente, e ar liquefeito ou comprimido)	2000 kg (4400 lb) or 14 bbl	200 kg (440 lb) or 1.4 bbl
Table 2 Notes continued on next page.			

Tabela 2 – Continuação

Tier 1 Condições Limites do Evento de Segurança do Processo (PSE1)

Notas:

Sabe-se que as condições limites dadas em kg e lb ou em lb e bbl. não são exatamente equivalentes. As empresas devem selecionar um dos pares e usá-lo consistentemente para todas as atividades de registro.

Se estas condições limites não forem excedidas, a liberação poderá ser considerada um Evento de Segurança do Processo Tier 2 (PSE2). Logo, consulte as quantidades limites para PSE2s na Tabela 4.

Para referências adicionais sobre as classificações usadas neste reporte, consulte [1].

Notas da coluna da tabela [adaptada de 1]:

- a Muitos produtos apresentam mais de um risco. O posicionamento correto na Zona de risco ou Grupo de Embalagem segue as regras do U.S. DOT 49 CFR 173.2a [11], ou Recomendações da UN sobre o Transporte de Produtos Perigosos, Seção 2 [12].
- b Uma estrutura completa composta por quatro paredes (do nível do piso ao teto) e telhado.
- c Para produtos não listados no UNDG, o componente anidro é usado para determinar a zona TIH ou a classificação do Grupo de Embalagem. A quantidade limite da solução deve ser calculada novamente com base na quantidade limite do peso do componente seco.
- d Para misturas onde a classificação UNDG não é conhecida, a fração de liberação de quantidade limite para cada componente pode ser calculada. Se a soma das frações for igual ou maior que 100%, a mistura excede a quantidade limite. Onde há consequências tóxicas e inflamáveis claras e independentes associadas à mistura, os perigos tóxicos e inflamáveis são calculados independentemente.

Tabela 3

Tier 1 Categorias de Gravidade do Evento de Segurança do Processo (PSE1)

Pontos de Gravidade	Categorias de Consequência				
	Segurança/Saúde Humana ^a	Custo Direto de Incêndio ou Explosão	Liberação de Material Dentro de Qualquer Período de 1-Hora ^a	Impacto na Comunidade	Impacto Ambiental Fora do Local ^{b, c}
1 ponto	<ul style="list-style-type: none"> Lesões que requerem tratamento além dos primeiros socorros para um funcionário, contratado, ou subcontratado. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$ 100.000 ≤ Danos por Custo Direto < US \$ 1.000.000. 	<ul style="list-style-type: none"> Volume de liberação 1x ≤ Tier 1 TQ < 3x fora da contenção secundária. 	<ul style="list-style-type: none"> Oficialmente declarado abrigo no local ou medidas de proteção públicas (p.e., fechamento de estrada) por < 3 horas, ou Oficialmente declarado evacuação < 3 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$100,000 ≤ Custo Ambiental Agudo < US \$1,000,000.
3 pontos	<ul style="list-style-type: none"> Dias de Afastamento de Trabalho para um funcionário, contratado ou subcontratado, ou Lesões que requerem tratamento além dos primeiros socorros para terceirizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$1,000,000 ≤ Danos por Custo Direto < US \$10,000,000. 	<ul style="list-style-type: none"> Volume de liberação 3x ≤ Tier 1 TQ < 9x fora da contenção secundária. 	<ul style="list-style-type: none"> Oficialmente declarado abrigo no local ou medidas de proteção públicas (p.e., fechamento de estrada) por > 3 hours, or Oficialmente declarado evacuação > 3 horas < 24 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$1,000,000 ≤ Custo Ambiental Agudo < US \$10,000,000, ou Lesões em pequena escala ou morte de animais selvagens aquáticos ou terrestres.
9 pontos	<ul style="list-style-type: none"> Uma fatalidade de um empregado, contratado ou subcontratado, ou Internação hospitalar de terceiros. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$10,000,000 ≤ Danos por Custo Direto < \$100,000,000. 	<ul style="list-style-type: none"> Volume de liberação 9x ≤ Tier 1 TQ < 27x fora da contenção secundária. 	<ul style="list-style-type: none"> Oficialmente declarado evacuação > 24 horas < 48 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$10,000,000 ≤ Custo Ambiental Agudo < US \$100,000,000, ou Lesões em média escala ou morte de animais selvagens aquáticos ou terrestres.
27 pontos	<ul style="list-style-type: none"> Múltiplas fatalidades de funcionários, contratados ou subcontratados, ou Múltiplas Internações hospitalares de terceiros, ou Uma fatalidade de um terceirizado. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em US \$100,000,000 de Danos por Custo Direto. 	<ul style="list-style-type: none"> Volume de liberação ≥ 27x Tier 1 TQ fora da contenção secundária. 	<ul style="list-style-type: none"> Oficialmente declarado evacuação > 48 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> Resultando em ≥ US \$100,000,000 of Custo Ambiental Agudos, ou Lesões em larga escala ou morte de animais selvagens aquáticos ou terrestres.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Notas:

- a Onde não há contenção secundária, a quantidade de material liberado da contenção primária é usada (LOPC). Onde a contenção secundária é projetada apenas para conter o líquido, a quantidade do gás ou vapor sendo liberado e qualquer gás ou vapor decorrente deste líquido é calculada para determinar a quantidade liberada fora da contenção secundária.
- b A classificação de lesões em pequenas, médias ou grandes escalas ou a morte de vida selvagem aquática ou terrestre deve ser baseada em regulamentos locais ou diretrizes da Companhia.
- c O cálculo do peso para a gravidade inclui uma categoria para “Impacto Ambiental Externo” e prejuízos para além do nível de “primeiros socorros” do impacto Segurança/Saúde Humana que não estão incluídos nas condições limites PSE Tier 1. No entanto, o objetivo de incluir esses dois valores é alcançar uma diferenciação maior dos pontos de gravidade para eventos que resultam em qualquer forma de dano ou impacto ambiental.

4

Tier 2 – Indicadores de Eventos de Segurança de Processo

4.1 Propósito do Indicador Tier 2

O resultado dos Eventos de Segurança de Processo Tier 2 representa eventos de LOPC de menor consequência - designados na Figura 1 como "PSEs de Menor Consequência". Os eventos PSEs Tier 2, mesmo aqueles contidos por sistemas secundários, indicam deficiências do sistema de barreira que podem ser precursores potenciais de eventos futuros e mais significativos. Neste sentido, os PSEs Tier 2 atuam como um indicador proativo para os PSEs Tier 1 e podem oferecer à companhia oportunidades para aprendizados e melhorias de seu desempenho de segurança de processo.

4.2 Condições Limites dos Eventos de Segurança de Processo Tier 2

Os critérios para identificar um Evento de Segurança do Processo Tier 2 (PSE) foram discutidos na Seção 2.2. Estes critérios incluem o seguinte: qual processo está envolvido, quais são as condições limites do reporte, onde ocorreu o acidente (sua localização), e o que é considerado uma liberação aguda. Os eventos PSEs Tier 2, mesmo aqueles que foram contidos por sistemas secundários, indicam deficiências no sistema de barreiras ou camadas de proteção que podem ser precursoras potenciais de futuros incidentes, mais significativos que poderiam se tornar um evento PSE Tier 1. Discussão adicional sobre barreiras - camadas de proteção - e como essas deficiências nelas resultam em acidentes, é tratada na Seção 7. Assim, os eventos PSEs Tier 2 provê a companhia com menos oportunidades de aprendizagem relacionadas às consequências. Os intervalos dos limites de gravidade dos eventos PSE Tier 2 estão listados na Tabela 4. Se o valor máximo for excedido, o incidente é considerado um PSE Tier 1 (consulte a Tabela 2).

Uma comparação dos tipos de consequências para os Eventos de Segurança de Processos Tier 1 e Tier 2 foi mostrada na Tabela 1.

Tabela 4

Tier 2 Quantidades Limite do Evento de Segurança de Processo (PSE 2)

Categoria limite de liberação	Classificação de risco material^{a, c, d}	20/5000 Quantidade limite (TQ)	Quantidade limite Recomendada (TQ) para liberações interior^{b, b}
1	TIH Zona A - Materiais	0.5 kg (1.1 lb)	0.25 kg (0.55 lb)
2	TIH Zona B - Materiais	2.5 kg (5.5 lb)	1.25 kg (2.76 lb)
3	TIH Zona C - Materiais	10 kg (22 lb)	5 kg (11 lb)
4	TIH Zona D - Materiais	20 kg (44 lb)	10 kg (22 lb)
5	Gases Inflamáveis ou Líquidos com Ponto de Ebulição Inicial $\leq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($95\text{ }^{\circ}\text{F}$) e Ponto de Fulgor $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73\text{ }^{\circ}\text{F}$) ou, Outros Materiais do Grupo de Embalagem I, excluindo ácidos & bases fortes	50 kg (110 lb)	25 kg (55 lb)
6	Líquidos com Ponto de Ebulição Inicial $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($95\text{ }^{\circ}\text{F}$) e Ponto de Fulgor $< 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($140\text{ }^{\circ}\text{F}$) ou Líquidos com Ponto de Fulgor $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($140\text{ }^{\circ}\text{F}$) liberado em ou acima do Ponto de Fulgor ou Outros Materiais do Grupo de Embalagem II e III, excluindo ácidos/bases moderados ou Ácidos/bases fortes	100 kg (220 lb) ou 0.7 bbl	50 kg (110 lb) ou 0.35 bbl
7	Líquidos com Ponto de Fulgor $\geq 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73\text{ }^{\circ}\text{F}$) e $\leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($140\text{ }^{\circ}\text{F}$) ou Líquidos com Ponto de Fulgor $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($140\text{ }^{\circ}\text{F}$) liberado na temperatura de em ou acima do Ponto de Fulgor ou Ácidos/bases Fortes (ver definição 3.1.2) ou UNDG Classe 2, Divisão 2.2 (gases não-inflamáveis e não tóxicos), excluindo o ar, ou Outros Materiais do Grupo de Embalagem III	200 kg (440 lb) ou 1.4 bbl	100 kg (220 lb) ou 0.7 bbl.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

8	Líquidos com Ponto de Fulgor > 60 °C (140 °F) liberado na temperatura abaixo do Ponto de Fulgor ou ácidos/bases moderados ou da Divisão 2.2	1000 kg (2200 lb) ou 7 bbl	500 kg (1100 lb) ou 3.5 bbl
---	---	-------------------------------------	--------------------------------------

Tabela 4 – As notas continuam na próxima página.

Tabela 4 - Continuação

Tier 2 Quantidades Limite do Evento de Segurança de Processo (PSE 2)

Notas:

Sabe-se que as condições limites dadas em kg e lb ou em lb e bbl. não são exatamente equivalentes. As empresas devem selecionar um dos pares e usá-lo consistentemente para todas as atividades de registro.

Se essas quantidades limites excedem as quantidades mínimas observadas na Tabela 2, a liberação é considerada um Evento de Segurança do Processo Tier 1 (PSE1).

Para referências adicionais sobre as classificações usadas neste reporte, consulte [1].

Notas da coluna da tabela [adaptada de 1]:

- a Muitos produtos apresentam mais de um risco. O posicionamento correto na Zona de risco ou Grupo de Embalagem segue as regras do U.S. DOT 49 CFR 173.2a [11], ou Recomendações da UN sobre o Transporte de Produtos Perigosos, Seção 2 [12].
- b Uma estrutura completa composta por quatro paredes (do nível do piso ao teto) e telhado.
- c Para produtos não listados no UNDG, o componente anidro é usado para determinar a zona TIH ou a classificação do Grupo de Embalagem. A quantidade limite da solução deve ser calculada novamente com base na quantidade limite do peso do componente seco.
- d Para misturas onde a classificação UNDG não é conhecida, a fração de liberação de quantidade limite para cada componente pode ser calculada. Se a soma das frações for igual ou maior que 100%, a mistura excede a quantidade limite. Onde há consequências tóxicas e inflamáveis claras e independentes associadas à mistura, os perigos tóxicos e inflamáveis são calculados independentemente.

5

Reporte de Indicadores de Eventos Tier 1 e Tier 2 de Segurança de Processo

Esta seção fornece orientações sobre indicadores comuns de segurança de processo que podem ser usadas para indicar mudanças no desempenho da empresa ou do setor, e impulsionar a melhoria contínua no desempenho de segurança do processo. As taxas ajustadas de indicadores e os indicadores de segurança de processo da indústria descritas nesta seção podem ser usadas para ajudar a comparar entre companhias ou segmentos da indústria. Esta seção finaliza com um breve conjunto de interpretações e exemplos de acidentes da extensa lista fornecida no Apêndice B.

5.1 Taxa Ajustada de Indicadores

Usando as definições fornecidas no Apêndice A, há uma variedade de indicadores baseados em taxas os quais podem ser gerados. Estes incluem:

Tier 1 Taxa de Eventos de Segurança do Processo (PSE1R) =
(A soma do Total Tier 1 PSE / Total Horas Trabalhadas) × 200.000

Tier 2 Taxa de Eventos de Segurança do Processo (PSE2R) =
(A soma do Total Tier 2 PSE / Total Horas Trabalhadas) × 200.000

Taxa de Gravidade do Evento de Segurança do Processo Tier 1 (PSE1SR): =
(A soma do Total da Taxa de Gravidade Tier 1 PSE / Total Horas Trabalhadas) × 200.000

Ao determinar o PSE1SR, consulte a Tabela 3, a listagem das Categorias de Gravidade do Evento de Segurança do Processo. Assim, 1 ponto de gravidade é atribuído para cada consequência de acidente de Nível 4, 3 pontos para cada consequência de Nível 3, 9 pontos para cada consequência de Nível 2 e 27 pontos para cada consequência de Nível 1. Teoricamente, um PSE poderia receber um mínimo de 1 ponto (ou seja, o acidente atende aos atributos de uma consequência de Nível 4 em apenas uma categoria; $1 \times 1 = 1$) ou um máximo de 135 pontos (ou seja, o acidente atende às consequências de um acidente de nível 1 em cada uma das cinco categorias, $27 \times 5 = 135$).

5.2 Indicadores de Segurança de Processo da Indústria

Recomenda-se que as companhias implementem e divulguem publicamente as Contabilizações e Taxas de Tier 1 e Tier 2 e as Taxas de Gravidade observadas na Seção 5.1.

Para ajudar no benchmarking, é benéfico quando associações comerciais ou consórcios coletam e publicam essas informações para companhias associadas. Por favor, consulte a página web [CCPS Metrics](http://www.aiche.org/ccps) webpage para alguns exemplos.

5.3 Interpretações e Exemplos de Indicadores PSE

Esta seção fornece orientações e exemplos de interpretação métrica para ajudar a esclarecer questões que possam surgir durante a avaliação entre os Eventos de Segurança de Processo de Tier 1 ou Tier 2. A lista atual de interpretações métricas e exemplos é fornecida como Apêndice B neste guia. No entanto, observe que as futuras alterações neste apêndice serão refletidas nas atualizações da versão eletrônica deste apêndice, localizadas na página web [CCPS Metrics webpage](#)

Exemplo de “Instalações da Companhia”

1. Um caminhão de terceiros que carrega um produto inflamável nas instalações da companhia sofre um vazamento seguido de incêndio e danos à propriedade de US \$ 100.000 (custos diretos). Embora o caminhão seja "operado por Terceiros", ele é conectado ao processo. O acidente é um PSE Tier 1 porque os custos diretos foram iguais ou superiores a US \$ 100.000.

Exemplo de “Perda de Contenção”

5. Dez barris de gasolina (1400 kg, 3100 lbs.) vazam da tubulação para o concreto e a gasolina não chega ao solo nem ao lençol freático. O pessoal da planta estima que o vazamento foi "agudo" (p.e., ocorreu dentro de um período de 1 hora). Este é um PSE Tier 1 porque houve uma perda "aguda" de contenção primária (p.e., dentro de "1 hora") de 1000 kg (2200 lbs) ou mais de "Líquido Inflamável".

Exemplo de "Liberações Agudas"

17. Existe um vazamento de 10 bbl. de gasolina (1400 kg, 3100 lbs.) que constantemente vazou da tubulação para o solo durante um período de duas semanas. Cálculos simples mostram que a taxa de derramamento foi de aproximadamente 0,03 bbl. por hora (9 lbs.hr). Este não é um PSE Tier 1 ou 2 visto que o evento de derramamento não foi uma liberação "aguda" (p.e., o limite de 1.000 kg (2200 lbs.) excedido em qualquer período de 1 hora), no entanto, uma empresa pode optar por registrar o evento como uma LOPC Tier 3.

Exemplo de “Dispositivo / Sistema de Alívio de Segurança”

26. Há uma perturbação em uma unidade e a válvula de alívio abre um vent atmosférico que foi projetado de acordo com o Padrão API 521 para aquele cenário, resultando em uma liberação de gás para a atmosfera sem conseqüências adversas. Pelo Padrão API 521 ou equivalente, este evento não seria um PSE Tier 1 ou 2, visto que os vapores e gases liberados para a atmosfera pelas válvulas de segurança, discos de ruptura de alta pressão e dispositivos de segurança semelhantes são devidamente projetados para esse evento e uma quantidade de descarga da PSV maior que a quantidade limite [1]) (Nota: A liberação não pode causar transporte de líquido, nem descarga em um local potencialmente inseguro, necessidade de abrigo no local, ou medidas de proteção pública (p.e., fechamento de estradas) . Uma companhia pode optar por contar isto como um evento Tier 3, pois é uma ativação de uma PSV que não foi contabilizada no evento PSE Tier 1 ou 2.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

A orientação da indústria, baseada na experiência obtida através de muitas indústrias diferentes, incentiva todas as companhias a selecionar e monitorar indicadores mais “proativos”, como os incidentes (Tier 3) e indicadores de avaliação de desempenho do sistema de gestão (Tier 4). Estes indicadores se concentram nos acidentes mais frequentes e menos graves, como mostrado nas partes inferiores do triângulo acidente da Figura 1. Como um incidente geralmente é um incidente ou uma descoberta real de uma situação potencialmente insegura, este indicador pode ser definido como um indicador reativo.

Quando uma organização monitora seus incidentes Tier 3, um grande número ou um aumento no número de incidentes é usado como um precursor para um acidente mais significativo potencialmente ocorrendo. Estes foram designados como “sinais de alerta” que uma empresa deve reconhecer e endereçar antes que ocorra um acidente Tier 2 - ou pior, Tier 1 [13]. Por este motivo, muitas companhias usam estes incidentes como um substituto para um indicador proativo.

Como um comentário adicional, uma vez que um programa de quase acidente foi implementado, as companhias descobriram que um aumento de reportes do programa quase incidente - pelo menos inicialmente - é um sinal positivo de suas melhorias em sua cultura de segurança de processo. A organização está aprimorando sua conscientização sobre segurança de processos e sua disciplina operacional em todos os níveis, ajudando a melhorar seu desempenho geral de segurança de processos. Portanto, é bem possível que o número de acidentes significativos de Tier 2 e Tier 1 diminua à medida que o número de incidentes Tier 3 aumenta (Figura 1).

Para um programa eficaz de gerenciamento de riscos e segurança de processos, é essencial que todas as empresas implementem algum tipo de sistema de relatórios de acidentes do tipo incidentes. Os indicadores e definições descritos nesta seção devem ser considerados ao avaliar e atualizar um existente ou implementar um novo sistema de relatórios. Além disso, as tendências e os dados coletados de um programa quase incidente podem ser usados para ajudar a prever e a prevenir acidentes mais sérios antes que eles ocorram. [1].

6.1 Tier 3 Propósito do Indicador

Um incidente Tier 3 tipicamente representa um desafio para o sistema de barreiras ou camadas de proteção que prosseguiu ao longo do caminho para causar danos, mas é interrompido por uma consequência PSE Tier 1 ou Tier 2 - designada como “desafios às camadas de proteção” na Figura 1. Os indicadores deste nível fornecem uma oportunidade adicional para identificar e corrigir as deficiências dentro do sistema de barreiras.

Os indicadores Tier 3 são muitos específicos da instalação para o benchmarking ou o desenvolvimento de critérios aplicáveis à indústria. Eles são destinados ao uso interno da companhia e podem ser usados para relatórios públicos locais (das instalações). Uma companhia pode usar todos ou alguns dos indicadores do exemplo a seguir:

- excursões de limite de operação segura
- Inspeção de contenção primária ou resultados de testes fora dos limites aceitáveis
- demandas em sistemas de segurança
- outros eventos de Perda de Contenção Primária (LOPC), ou

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- identificar outros que sejam significativos para as suas operações

6.2 Definição de um Incidente de Segurança Processo

Um "incidente" tem três elementos essenciais. Embora sejam usados na indústria vários termos para uma definição de incidentes, a grande maioria tem estes elementos:

- Um evento inesperado ocorre ou uma situação potencialmente insegura é descoberta
- O evento ou situação insegura tinha um potencial razoável para intensificar-se, e
- A possível intensificação teria levado a conseqüências adversas significativas

Em outras palavras, era apenas uma questão de tempo (segundos) ou localização (distância, pés ou metros) que impedia que o incidente causasse uma fatalidade, uma lesão grave, dano ambiental significativo ou danos materiais significativos. Para fins deste reporte, a seguinte definição de "incidente" é usada [10]:

Incidente: Um evento indesejado que sob circunstâncias ligeiramente diferentes poderia resultar em danos às pessoas, danos à propriedade, equipamento ou ambiente ou perda de processo.

Esta definição de incidente pode ser aplicada a qualquer aspecto de um programa de gerenciamento de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (EHS) usado para relatar incidentes ambientais, de segurança ocupacional, ou de segurança de processo. Consulte a literatura para obter uma abordagem sobre a integração de sistemas de gerenciamento apoiada na abordagem de segurança de processo baseada em risco [5].

No sentido de enfocar especificamente os eventos relacionados à segurança de processo em um programa de relatórios de incidentes, muitas companhias também desenvolveram uma definição para um incidente de segurança de processo. Mais uma vez, para os propósitos deste relatório, a seguinte definição de incidente segurança de processo é usada:

Incidente de Segurança de Processo:

- Qualquer liberação significativa de uma substância perigosa que não atenda ao limite mínimo para um indicador reativo de Evento de Segurança de Processo (PSE2) Tier 2 (Tabela 4)
- Uma demanda para um sistema de segurança, onde as demandas para um sistema de segurança podem ser divididos nas seguintes categorias:
 - Demandas em sistemas de segurança (dispositivos de alívio de pressão, sistemas instrumentados de segurança, sistemas de intertravamento mecânico)
 - Inspeção de contenção primária ou resultados de testes fora dos limites aceitáveis, ou
 - Desvios de processo ou operação fora dos limites de operação.

6.3 Exemplos de Incidentes de Segurança de Processo

6.3.1 Desafios (Demandas) às Camadas de Proteção

Desafios dos incidentes para o sistema de segurança podem se dividir em duas categorias:

- 1) A criação de uma demanda (um desafio) com a operação bem-sucedida do sistema de segurança, ou
- 2) A criação de uma demanda (um desafio) com uma ou mais falhas no sistema de segurança, mas o evento não excede nenhum limite (p.e., é um PSE Tier 2).

Exemplos dessas demandas com respostas bem-sucedidas ou inadequadas do sistema de segurança:

- Abertura de um disco de ruptura, uma válvula de controle de pressão para *flare* ou liberação atmosférica, ou uma válvula de segurança de pressão quando o *set-point* de disparo é atingido
- Falha ao romper um disco de ruptura, ao abrir uma válvula de alívio, ao abrir uma válvula de controle de pressão em um *flare* ou para a atmosfera ou ao abrir uma válvula de segurança de pressão quando as condições do sistema atingirem ou excederem o *set-point* de acionamento estabelecido
- Ativação de um sistema instrumentado de segurança quando uma variável de processo “fora da faixa aceitável” é detectada, por exemplo:
 - acionamento do intertravamento por pressão alta no reator de polietileno para extinguir a reação / desligar a alimentação
 - desligamento do compressor a partir de um intertravamento por nível alto no tambor de sucção
- Sempre que um sistema instrumentado de segurança não funcionar como projetado quando uma demanda é colocada no sistema (ou seja, indisponibilidade sob demanda))
- O número de vezes que um sistema de intertravamento mecânico é solicitado a funcionar por um sinal válido, independentemente do dispositivo de intertravamento realmente responder ou não

Nota: Os sistemas de intertravamento mecânico configurados para proteção do equipamento, sem nenhuma perda relacionada à proteção de contenção, devem ser excluídos da contabilização de incidentes de segurança do processo

6.3.2 Desvios ou Excursões do Processo

Incidentes para desvios de processo ou excursões incluem:

- Excursão de parâmetros como pressão, temperatura, fluxo fora dos limites operacionais padrão (a “janela” operacional para controle de qualidade), mas permanecendo dentro dos limites de segurança do processo
- Excursões de parâmetros do processo além dos pontos críticos de controle pré-estabelecidos ou daqueles para os quais o intertravamento ou intervenção de emergência é indicado

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- Operação fora dos parâmetros de projeto do equipamento
- Reação descontrolada incomum ou inesperada, dentro ou não dos parâmetros de projeto.

6.4 Sistema de Gestão de Incidentes

Os incidentes para o sistema de gerenciamento das questões e pontos fracos incluem descobertas através de:

- O programa de inspeção, teste e manutenção preventiva (IT&M) da instalação
- Erros de omissão ou comissão
- Condições de equipamento inesperadas ou não planejadas
- Danos físicos na caixa de contenção

Exemplos para incidentes relacionados ao Programa de IT&M incluem:

- Inspeção de contenção primária ou resultados de testes fora dos limites aceitáveis
- Inspeção de contenção primária ou resultados de testes que detectam a operação de equipamentos de contenção primária fora dos limites aceitáveis
- Descoberta do Programa de IT&M que aciona uma ação, como substituição de equipamento ou componente, recalibração do equipamento, reparos para restaurar a adequação do equipamento ao serviço, aumento da frequência de inspeção ou teste e / ou alteração da classificação do equipamento de processo

(Nota: As mudanças que desencadeiam a implementação através do programa de Gerenciamento de Mudança (MOC) da instalação [7] são bons candidatos.)

- Uma inspeção ou resultado de teste que indique vasos, tanques atmosféricos, tubulações ou máquinas operando em pressões ou níveis que excedam os limites aceitáveis com base nas medições de inspeção da espessura da parede

(Notas:

- *Um único evento é registrado para cada vaso de pressão ou tanque atmosférico, independentemente do número de medições de teste individuais encontradas abaixo da espessura exigida de parede.*
- *Um único evento é registrado para cada circuito de tubulação, independentemente do número de medições de teste individuais abaixo da espessura exigida de parede, desde que seja a mesma linha, construída com o mesmo material e que está no mesmo serviço).*
- Descoberta de um sistema de segurança com falha após o teste, como:
 - Dispositivos de alívio que falham no *set-point* nos testes de bancada
 - Falhas de teste de intertravamento
 - Funcionamento defeituoso no sistema elétrico de alimentação ininterrupta
 - Detectores de incêndio, gás e gás tóxico considerados defeituosos durante a inspeção / teste de rotina
 - Durante a inspeção de um *header* da linha de *vent* de emergência, o *header* foi encontrado completamente obstruído com carepas de ferro porque a umidade do purificador de emergência tinha migrado novamente para dentro do *header*
 - Durante o teste de um sistema de desligamento de emergência, uma válvula de desligamento de emergência revestida de Teflon foi encontrada emperrada porque o Teflon estava com fluxo a baixa temperatura e obstruiu a válvula.
 - Durante a inspeção de uma válvula de alívio, encontrou-se o sistema de vent da válvula bloqueado pelo material do processo que tinha condensado e congelado

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- Descoberta de um sistema de segurança obsoleto:
 - Processo afetado com intertravamento na condição de *bypass*
 - Instrumento crítico / dispositivo obsoleto não está em conformidade com o procedimento de desativação de instrumentos/dispositivos críticos
 - Mantido o *bypass* depois de sair do local da válvula de bloqueio

Exemplos de erros de omissão ou comissão incluem:

- Falha ao remover a linha de purga da tubulação crítica ou falha ao introduzir os ingredientes da batelada corretos na seqüência apropriada
- Durante a substituição de um disco de ruptura, o disco foi encontrado com a tampa de proteção para transporte ainda no lugar
- O engenheiro de controle de processo baixou acidentalmente a configuração errada para um SDCD da unidade de processo

Exemplos de condições inesperadas ou não planejadas de equipamento incluem:

- Equipamento encontrado em condições "inesperadas" devido a danos ou deterioração prematura / imprevista
- Conexões erradas usadas no sistema de vapor
- Falha de equipamentos como tubos de um permutador de calor, e conseqüente mistura e / ou contaminação de fluidos

Exemplos de danos físicos à caixa de contenção incluem:

- Derramamento de cargas / queda de objetos dentro da área do equipamento de processo
- Caminhão apoiado em uma base de poço
- Limpa neve arranha linha de gás

6.5 Maximizando os Indicadores dos Relatórios de Incidentes

O relatório de incidentes fornece dados valiosos para melhorar os sistemas de gerenciamento de segurança do processo em uma instalação. Os processos a seguir podem maximizar os benefícios de um programa incidentes de segurança de processo.

- Use os resultados dos indicadores reativos de segurança do processo (PSEs Tier 1 e Tier 2, Seções 3 e 4, respectivamente), incidentes de segurança de processo (Tier 3, esta seção) e os indicadores de avaliação de desempenho (Tier 4, descritos na Seção 7), para verificar se a tendência do relatório de incidentes é consistente com o triângulo de desempenho de segurança do processo mostrado na Figura 1. (Deve haver relativamente poucos, ou nenhum, acidentes Tier 1 em relação ao número de incidentes Tier 3 e Tier 4.)
- Ao avaliar os incidentes de segurança de processo, considere os potenciais impactos adversos. O nível de resposta a um incidente (ou seja, investigação, análise e acompanhamento) deve ser determinado usando o potencial, bem como as conseqüências reais do evento.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- Relacione os dados dos incidentes ao frágil sistema de gerenciamento, a fim de impulsionar as melhorias deste sistema através dos incidentes, bem como pelos acidentes reais. Exemplos de métodos usando o Bowtie são mostrados na literatura [14, 15 e 16].

7

Tier 4 - Indicadores de Desempenho da Disciplina Operacional e do Sistema de Gestão

Esta seção contém vários indicadores proativos em potencial baseados em avaliações proativas de desempenho. Estes indicadores fornecem uma medida da “saúde” do programa de gerenciamento de risco e segurança de processo das organizações. Se medidos e monitorados, os dados coletados para os indicadores proativos podem fornecer uma indicação antecipada da deterioração na eficácia desses principais sistemas de gerenciamento. Isto permite que sejam realizadas ações que restaurem a eficácia desses sistemas e suas barreiras ou camadas de proteção correspondentes antes que qualquer evento de perda de contenção aconteça.

Recomenda-se que todas as companhias adotem e implementem indicadores proativos de segurança de processos, incluindo uma medição da cultura de segurança de processos [17]. No entanto, como há muitos indicadores que podem ser selecionadas e monitoradas, é impraticável coletar e relatar dados para cada um deles. As companhias devem identificar quais desses componentes são mais importantes para garantir a segurança de suas instalações, e devem selecionar os indicadores proativos mais significativos nos quais possam existir melhorias significativas no desempenho. Orientações adicionais sobre a seleção de indicadores de segurança do processo - tanto proativos quanto reativos - foram fornecidas pelo CCPS [4, 5].

Os principais exemplos de indicadores de segurança do processo fornecidos neste guia foram selecionados com base na experiência de muitas organizações. Estas medidas incluem indicadores para:

- Barreiras relacionadas aos perigos inerentes às operações que gerenciam materiais e energias perigosas
- Barreiras relacionadas aos fatores imediatos ou causais que resultam na perda de contenção de materiais perigosos e energias que resultam em acidentes com conseqüências perigosas: fatalidades, lesões, danos ambientais, danos à propriedade e interrupção das atividades

Esta seção prepara o cenário para a seleção dos indicadores proativos, primeiro com uma breve introdução aos modelos de causa de acidentes Queijo Suíço e Bowtie, descrevendo uma abordagem usada para ajudar a reduzir os riscos de segurança de processo (incluindo como a disciplina operacional fraca afeta o risco global). Os modelos denexo de causa nos fornecem uma ferramenta visual para ajudar a descrever as deficiências das barreiras - as camadas de proteção - que foram projetadas e implementadas para ajudar a reduzir nossos riscos de segurança de processo. Esta seção conclui com uma breve introdução à abordagem de Segurança de Processo Baseada em Risco do CCPS (RBPS), fornecendo exemplos de indicadores proativos no contexto dos quatro pilares da RBPS [7].

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

7.1 Tier 4 Propósito do Indicador

Os indicadores Tier 4 normalmente representam o desempenho de componentes individuais do sistema de barreiras e são compostos por disciplina operacional e desempenho do sistema de gerenciamento. Os indicadores neste nível fornecem uma oportunidade para identificar e corrigir pontos fracos relacionados ao sistema. Os indicadores Tier 4 são indicativos de fragilidades no sistema de segurança de processo que podem contribuir para futuros incidentes Tier 3, PSEs Tier 2 ou - mais infelizmente - PSEs Tier 1. Neste sentido, os indicadores Tier 4 ajudam a identificar problemas e oportunidades para melhorias no sistema de aprendizado e na segurança de processo. Os indicadores Tier 4 são específicos das instalações para o benchmarking ou o desenvolvimento de critérios aplicáveis à indústria. Eles são destinados ao uso interno da empresa e para relatórios locais (de instalações).

7.2 Modelos de Causa de Acidentes

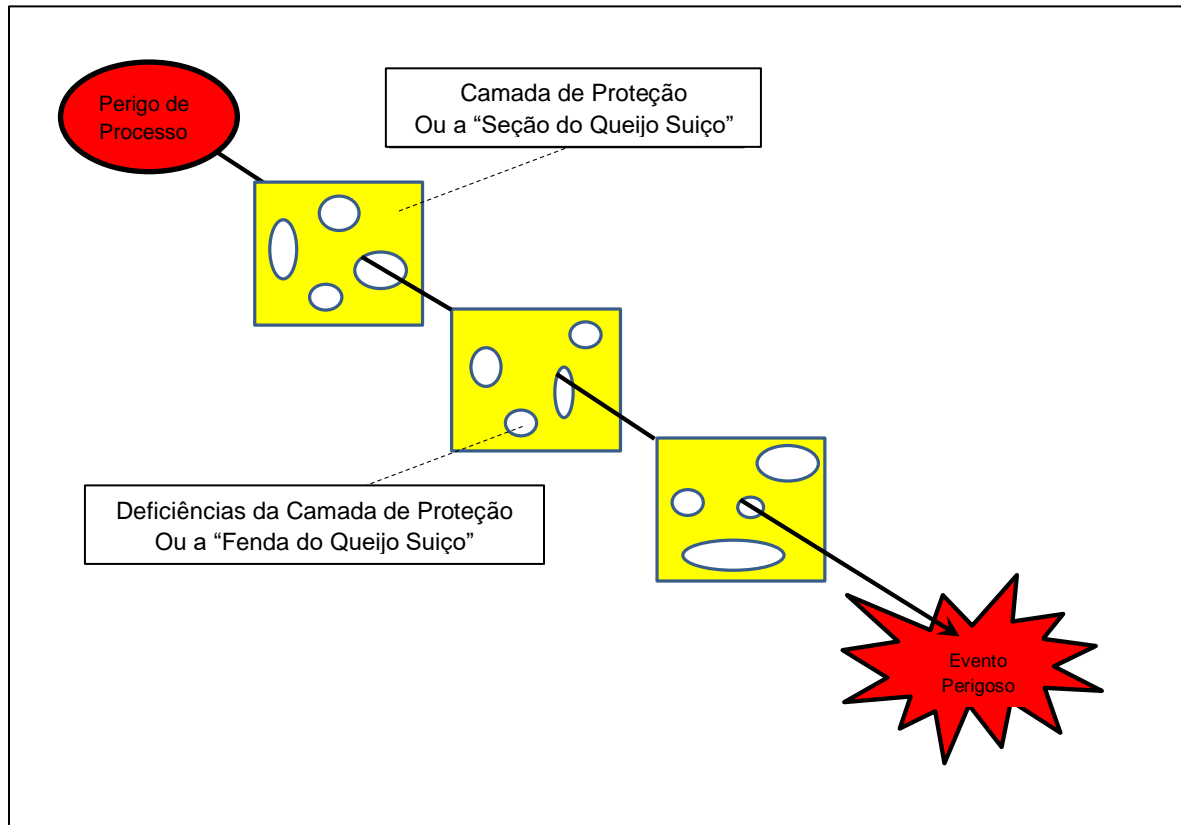
Outra maneira de considerar os indicadores é que os acidentes na parte superior do triângulo refletem situações em que as falhas nas várias camadas de proteção destinadas a evitar um acidente (camadas físicas e camadas do processo de trabalho / procedimento operacional) falharam, enquanto a parte inferior do triângulo reflete falhas ou desafios para uma ou duas dessas camadas de proteção - outras camadas continuam a funcionar. O conceito de camada de proteção múltipla é representado na Figura 3, usando o modelo de causa de acidente do Queijo Suíço [18, 19]. Embora esse modelo simplifique demais a complexidade inerente ao gerenciar processos químicos, ele serve como um excelente modelo visual para descrever os desafios às camadas de proteção e os pontos fracos dos sistemas de segurança de processo que podem ser efetivamente monitorados com indicadores de segurança de processo.

Um diagrama de Bowtie também pode ser usado para representar tanto as barreiras preventivas quanto as mitigadoras - camadas de proteção - que representam os pedaços de Queijo Suíço no modelo de causa de acidente / acidente [16]. Essas camadas de proteção são mostradas na Figura 4, refletindo novamente as fragilidades nessas barreiras - uma vez alinhadas - podem levar a um acidente. O objetivo deste guia é ajudar a identificar indicadores que reconhecem as barreiras preventivas (“indicadores proativos”) e aqueles que identificam barreiras de mitigação (“indicadores reativos”).

7.3 Reduzindo os Riscos de Segurança de Processo

Os programas de segurança de processo são projetados para reduzir o risco de segurança de processo envolvido ao armazenar, manusear e usar energias e materiais perigosos. Os materiais perigosos podem ser tóxicos, inflamáveis, explosivos e / ou reativos (instáveis). A redução dos riscos de segurança de processo ajudará a reduzir a probabilidade de eventos graves de segurança de processo, que podem resultar em acidentes fatais, lesões, danos ambientais, perda de propriedade, interrupção de atividades e/ou multas.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos



Premissas do Modelo Queijo Suíço

- Os perigos estão contidos por múltiplas barreiras de proteção.
- As barreiras podem ter deficiências ou “fendas”
- Quando as “fendas” se alinham, o perigo passa pelas barreiras, resultando no potencial para consequências adversas.
- As barreiras podem ter controles de engenharia ou controles administrativos, como procedimentos que exigem resposta e ação do pessoal.
- As fendas podem ser causadas por projetos de engenharia primários, incipientes ou degradados, ou pela ação incorreta ou falta de ação do pessoal.

Figure 3

Modelo de Causa de Acidente Queijo Suíço [Adaptado de 20]

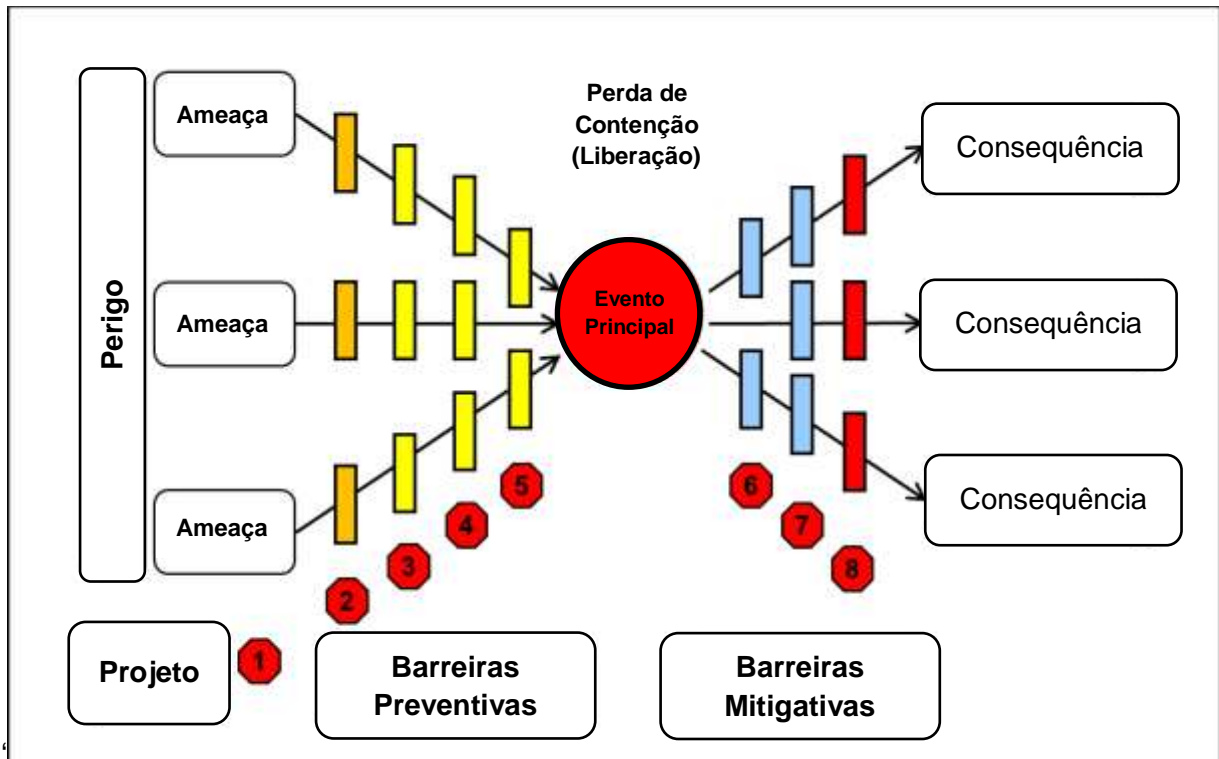


Figure 4

O Diagrama de Bowtie usado para Representar Fragilidade das Camadas de Proteção

O risco de segurança de processo associado a um material perigoso ou cenário de liberação de energia pode ser definido como [10]:

Risco: Uma medida de lesão humana, dano ambiental ou perda econômica em termos da probabilidade de acidente e da magnitude da perda ou dano. Uma versão simplificada dessa relação expressa o risco como o produto da probabilidade e das consequências (ou seja, $\text{Risco} = \text{Consequência} \times \text{Probabilidade}$) de um incidente.

Assim, o risco do cenário é uma função das conseqüências potenciais, tais como fatalidades, danos ambientais, perda de propriedade ou alguma outra conseqüência (p.e., “fatalidade / evento”), multiplicada pela probabilidade ou frequência potencial, geralmente expressa em anos (“Eventos / ano”), para dar unidades como “fatalidades / ano”, como é mostrado na Equação 1:

$$\text{Risco (R)} = f \left\{ \text{Frequência (F)} \times \text{Consequência (C)} \right\}$$

Equação 1

A frequência de um possível evento perigoso é muitas vezes determinada pela eficácia dos sistemas de segurança de processo e pelas múltiplas camadas de proteção; As consequências potenciais do evento são frequentemente caracterizadas pelos riscos inerentes à substância e ao processo. O objetivo é reduzir os riscos de segurança de processo, avaliando e implementando diferentes estratégias de gerenciamento de riscos para reduzir a frequência e/ou as consequências de eventos potencialmente perigosos. Medindo e monitorando indicadores proativos de segurança de processos, uma organização pode detectar proativamente tendências em seu programa de gerenciamento de risco e segurança de processos para ajudar a evitar a ocorrência de acidentes mais sérios (Figura 1).

7.3.1 Definindo a Disciplina Operacional

Uma vez que os esforços de melhoria contínua de uma organização se concentram em indicadores proativos, é útil definir a Disciplina Operacional, uma parte essencial dos aspectos da "Disciplina Operacional" monitorados nos indicadores Tier 4. Uma "disciplina operacional" é um grupo essencial e distintamente diferente, inerente a um processo de fabricação como gerenciamento, engenharia, operações, manutenção e compras. Cada uma dessas disciplinas deve ter sistemas locais para gerenciar efetivamente seu trabalho, e cada disciplina deve ser capaz de interagir efetivamente com as outras disciplinas para gerenciar com eficácia os riscos de segurança de processos de uma empresa e sustentar seu desempenho em segurança de processos.

A definição atual de "Disciplina Operacional", aplicável a todas as disciplinas, é a seguinte [10]:

Disciplina Operacional (DO): O desempenho de todas as tarefas corretamente todas as vezes; Uma boa DO resulta em executar a tarefa da maneira certa o tempo todo. Os indivíduos demonstram seu compromisso de processar a segurança por meio da DO. A DO refere-se às atividades do dia-a-dia realizadas por todo o pessoal. A DO é a execução do sistema de Condução de Operações (COO) por indivíduos dentro da organização.

Como observamos anteriormente, a organização deve ter uma liderança que espera uma boa DO de todos que gerenciam seus sistemas de segurança de processos corporativos, políticas, padrões, diretrizes e instalações. Esta liderança deve impulsionar a cultura de segurança de processos da empresa, fornecendo recursos adequados para os seus esforços de melhoria contínua. Todos em toda a organização devem desenvolver bons hábitos e ter a disciplina para trabalhar da maneira correta o tempo todo. Informações adicionais sobre a relação entre COO e DO são fornecidas na literatura [7, 8 e 20].

7.3.2 O Impacto da Disciplina Operacional no Risco

Uma disciplina operacional deficiente aumentará o risco. O impacto qualitativo da disciplina operacional no risco de segurança de processo de um cenário pode ser expresso pela adição de DO ao denominador da Equação 1, como é mostrado na Equação 2 [21]:

$$\text{Risco (R)} = f \left\{ \frac{\text{Frequência (F) x Consequência (C)}}{\text{Disciplina Operacional}} \right\} \quad \text{Equação 2}$$

Para ajudar a ilustrar o impacto da DO no risco do cenário, a DO pode ser expressa como uma forma fracionária simples, como 0,5 para representar 50% da DO. Por exemplo, se o pessoal segue os procedimentos apenas metade do tempo, onde DO = 0,5, a Equação 2 mostra que o **risco é dobrado**. O risco “percebido”, determinado sem o termo de disciplina operacional (Equação 1), não reflete o risco “real”, determinado com um termo de disciplina operacional (Equação 2) [21].

É importante reconhecer que a relação entre risco, frequência, consequência e disciplina operacional é mais complexa do que a simples abordagem qualitativa observada nesta seção. No entanto, se todos trabalharem da maneira correta todas as vezes, quando a DO estiver a 100%, quando os sistemas de segurança de processo forem seguidos e as camadas de proteção forem bem projetadas e mantidas, o risco operacional geral deverá diminuir. Conforme observado no início desta seção, uma DO ruim aumenta o risco de segurança do processo. Um aumento do risco de segurança do processo pode levar a eventos de segurança de processo mais graves, prejudicando o desempenho de segurança do processo de uma organização. Por este motivo, a disciplina operacional é considerada uma das bases para instituição da segurança de processo, essencial para um programa eficaz de segurança de processo [20].

7.4 A Abordagem da Camada de Proteção

Uma maneira de visualizar os sistemas de gerenciamento como uma barreira é usando a ilustração que representa uma estrutura de camada de proteção - uma série de paredes - como é mostrado na Figura 5 [15, 20, 22, 23 e 24]. Esta estrutura às vezes é notada como uma abordagem de "camada de cebola". A hierarquia destes controles administrativos e de engenharia, representados como sinais de “Parada” para cada barreira na Figura 5, é a seguinte [20]:

1. **Projeto:** Esses controles de engenharia são baseados na engenharia básica de processo e no projeto. As informações de segurança do processo são usadas para projetar as camadas de proteção que asseguram a operação segura do processo, incluindo o projeto da instrumentação para controlar e monitorar o processo, ajudando a minimizar a probabilidade de ocorrência de um evento iniciador que poderia levar a um acidente. Princípios de projetos intrinsecamente mais seguros são usados nesta camada de proteção para ajudar a reduzir a necessidade de camadas de proteção adicionais [25].

Gerenciar Riscos com barreiras preventivas e mitigadoras:

2. **Sistemas de Segurança de Processo:** Estes controles administrativos, os sistemas de gerenciamento de riscos e segurança de processos, os quais foram projetados para gerenciar a operação segura de instalações que lidam com energias e materiais perigosos. Os sistemas de segurança de processo, uma das três bases de um programa eficaz de segurança de processo, incluem vários elementos, como identificação de perigos e análises de risco, integridade de equipamentos e ativos, gerenciamento de mudanças, treinamento, e auditoria [5, 7, and 20].
3. **Sistemas Básicos de Controle de Processos:** Estes controles de engenharia são projetados e utilizados para garantir produtos de qualidade e operar os processos com segurança.
4. **Instrumentação e Alarmes.** Estes controles de engenharia são projetados para detectar desvios do normal, com relação aos parâmetros operacionais esperados. Depois que os desvios são detectados, respostas automáticas e/ou humanas são necessárias para manter o processo operando em condições seguras. Estas respostas podem envolver paradas de emergência ou parada segura de processo.
5. **Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS):** Estes controles de engenharia independentes são projetados como a "última linha de defesa" antes de uma liberação perigosa - uma perda de contenção primária (LOPC). As respostas do SIS podem envolver paradas de emergência ou paradas seguras de processos.
6. **Controles Ativos de Engenharia Mitigadora:** Estes controles de engenharia são projetados para reduzir ou mitigar as conseqüências de uma liberação perigosa. Eles incluem dispositivos de alívio de pressão, *flares* e depuradores.
7. **Controles Passivos de Engenharia de Mitigadora:** Estes controles de engenharia são projetados para reduzir ou mitigar as conseqüências de uma liberação perigosa. Eles incluem diques e tanques de capturas.
8. **Resposta a Emergência:** Os sistemas de resposta a emergências são os controles de engenharia e administrativos projetados para conter, reduzir e mitigar as conseqüências da liberação perigosa. Os controles de engenharia incluem sistemas de espuma; os controles administrativos incluem planos de resposta a emergências com pessoal interno capacitados e/ou equipes de emergência. Há dois aspectos para a resposta de emergência que são considerados: 1) Somente recursos internos da instalação; e 2) Externo - com ambos internos e externos, recursos da comunidade.



Figure 5

Um Exemplo de Hierarquia de Camadas de Proteção [Adaptado de 20]

Se os sistemas projetados e implementados para gerenciar com eficácia os riscos de segurança do processo são frágeis, os desafios e as demandas serão feitos nas camadas de proteção subsequentes pela não atuação da camada anterior. A Perda de Contenção Primária (LOPC) ocorre quando as camadas de proteção de detecção falham (Barreiras 3, 4 e 5; amarelas na Figura 5), resultando na ativação das camadas de mitigação (Barreiras 6, 7 e 8; azul claro). Nesse contexto, em ordem crescente de gravidade do acidente, as falhas subsequentes nessas camadas de proteção podem levar ao pior cenário: exigir uma resposta de emergência devido a fatalidades, lesões, danos ambientais e danos à propriedade (Barreira 8; vermelho).

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Como ilustrado com o triângulo acidente na Figura 1 e o Diagrama de Bowtie na Figura 4, a sequência de falhas da camada de proteção começa com eventos Tier 4 (isto é, falhas na Barreira 2), levando a eventos de incidentes Tier 3, PSEs Tier 2, ou PSEs Tier 1. O sistema de resposta a emergências é ativado em todos os casos se o acidente resultar em mortes, lesões, danos ambientais, danos à propriedade e interrupção de atividades (Barreira 8). Por esta razão, a abordagem de falha de barreira sistêmica enfoca a medição e o monitoramento efetivos do desempenho dos sistemas de gestão e dos indicadores relacionados à disciplina operacional para eventos Tier 4 (Figura 1).

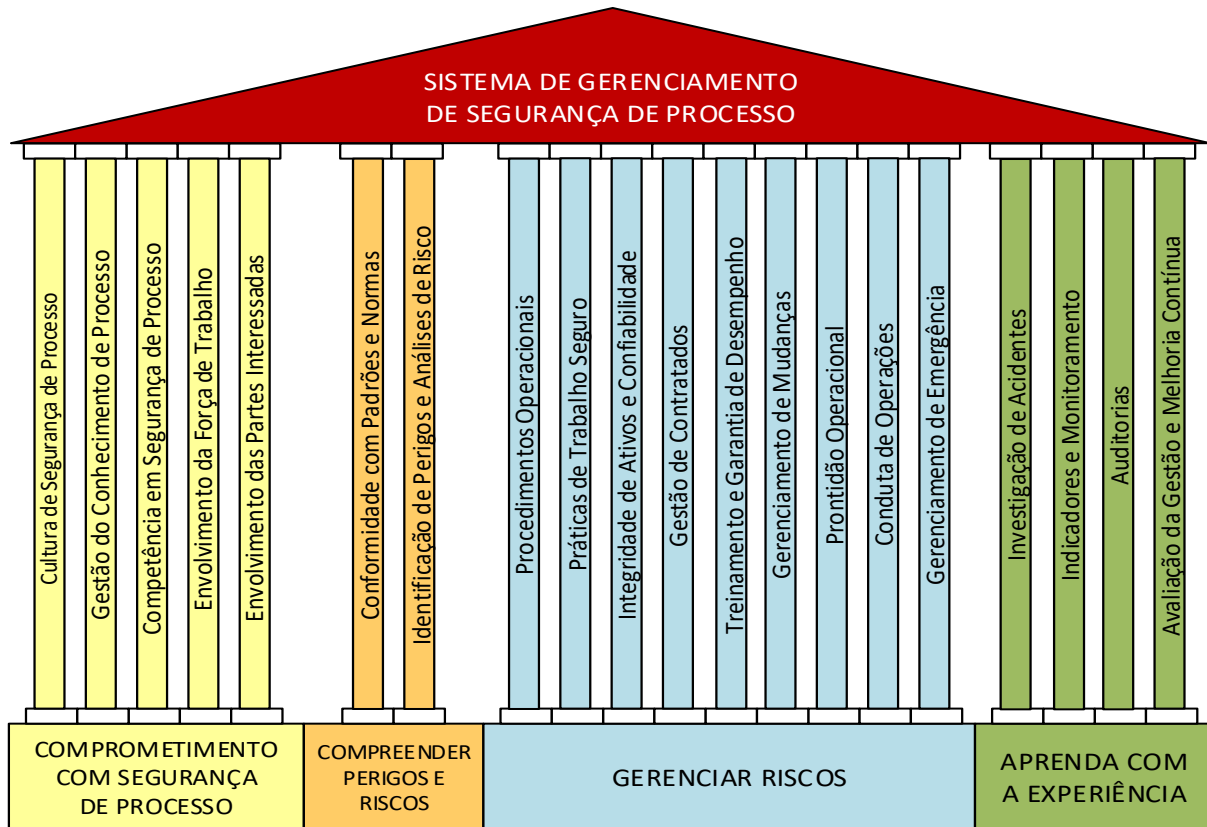
Em resumo, a sequência de acidentes que começa, em parte, com deficiências sistêmicas (Barreira 2; laranja na Figura 5) é retratada com esta abordagem combinada, conforme abaixo:

- 1) Janelas e Fendas – deficiências – nos controles de engenharia e administrativos pode levar a um acidente, como é representado com o Modelo de Queijo Suíço (Figura 3)
- 2) Múltiplos cenários de ameaças perigosas podem levar a um “evento principal” - uma LOPC - que precisa ser gerenciado com camadas de proteção preventiva e camadas de proteção mitigativa, conforme representado no modelo Bowtie (Figura 4), em seguida
- 3) As barreiras preventivas e mitigativas - as "paredes" - contendo o perigo falharam devido, em parte, às deficiências sistêmicas desde o início, como mostrado no Modelo de Camada de Proteção (Figura 5).

Por essa razão, os indicadores proativos de medição e monitoramento Tier 4 ajudam a nos mostrar possíveis deficiências sistêmicas que podem afetar adversamente os controles administrativos e de engenharia projetados para evitar acidentes. Como observado anteriormente, a cultura e a liderança em segurança de processos, disciplina operacional, e sistemas robustos de segurança de processos são necessários para que uma empresa tenha um programa eficaz de segurança de processo.[20].

7.5 A Abordagem de Segurança de Processo Baseado em Riscos

Os sistemas de gerenciamento para os quais os indicadores proativos foram desenvolvidos baseiam-se no modelo de Segurança de Processo Baseado em Risco do CCPS (RBPS) mostrado na Figura 6; existem quatro pilares com vinte elementos conforme listado na Tabela 5 [7, 26]. Consulte os atuais esforços da Visão 2020 do CCPS (*CCPS Vision 20/20*), elaborados com cinco princípios e quatro tópicos associados, mostrados na Figura 7 e listados na Tabela 6, para ajudar as companhias a gerenciar efetivamente os vinte elementos do RBPS como parte de seu programa de gerenciamento de riscos e segurança de processos. [27] Para obter informações adicionais, consulte as diretrizes do CCPS RBPS e as web páginas de recursos do RBPS do CCPS (*CCPS RBPS Resources webpages*).



Cortesia da: David Guss, Nexen, Inc.

Figure 6

O Modelo de Segurança de Processo Baseado em Risco do CCPS (RBPS) [28]

Tabela 5

Os Pilares e Elementos na Abordagem da Segurança de Processo Baseado em Riscos (RBPS)

[7]

Pilares		Elementos	
1	Comprometimento com Segurança de Processo	1	Cultura de Segurança de Processo
		2	Conformidade com Padrões e Normas
		3	Competência em Segurança de Processo
		4	Envolvimento da Força de Trabalho
		5	Envolvimento das Partes Interessadas
2	Compreender Perigos e Riscos	6	Gestão do Conhecimento de Processo
		7	Identificação de Perigos e Análises de Risco
3	Gerenciar Riscos	8	Procedimentos Operacionais
		9	Práticas de Trabalho Seguro
		10	Integridade de Ativos e Confiabilidade
		11	Gestão de Contratados
		12	Treinamento e Garantia de Desempenho
		13	Gerenciamento de Mudanças
		14	Prontidão Operacional
		15	Conduta de Operações
4	Aprender com a Experiência	16	Gerenciamento de Emergência
		17	Investigação de Acidentes
		18	Indicadores e Monitoramento
		19	Auditorias
		20	Avaliação da Gestão e Melhoria Contínua

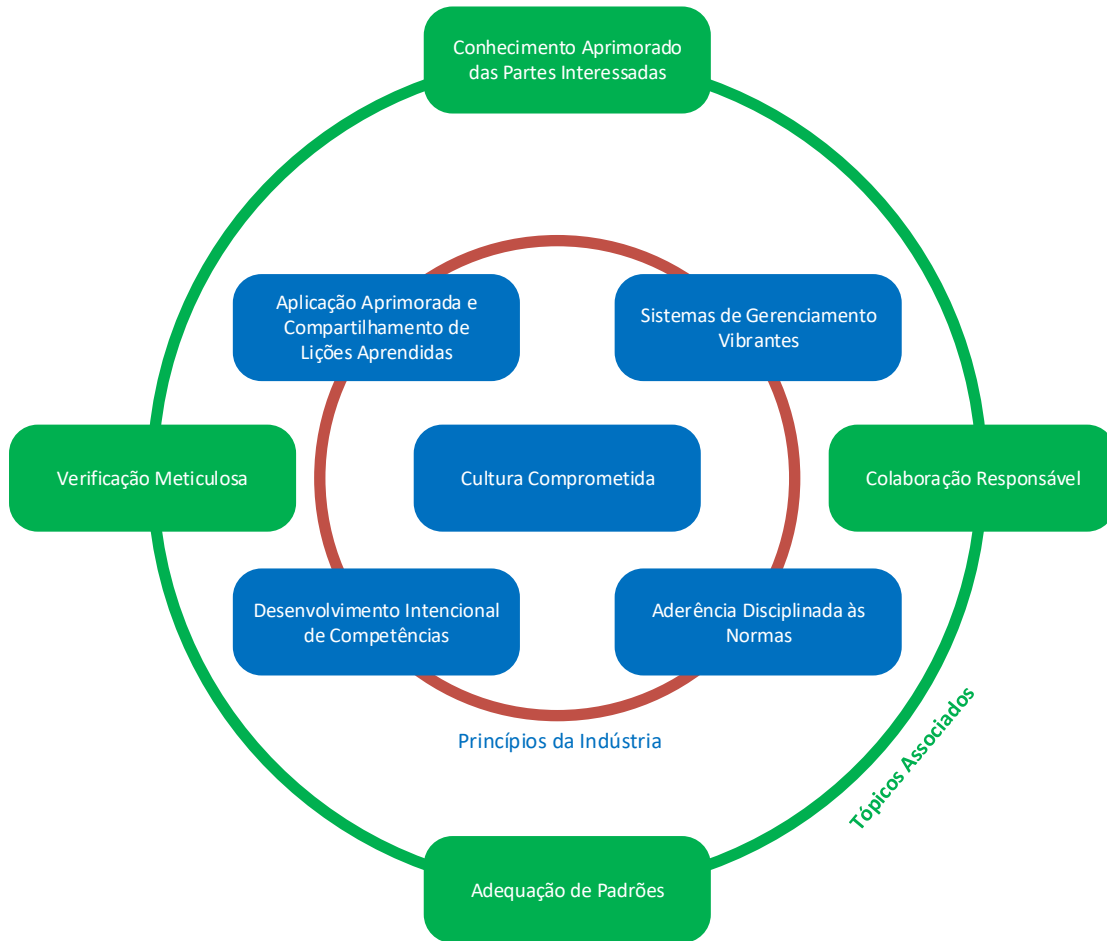


Figure 7

Modelo da Visão 20/20 do CCPS[27]

Tabela 6

Os Princípios e Tópicos Associados da Visão 20/20 do CCPS [27]

Cinco Princípios da Indústria	
1	Cultura Comprometida
2	Sistemas de Gerenciamento Vibrantes
3	Aderência Disciplinada às Normas
4	Desenvolvimento Intencional de Competências
5	Aplicação Aprimorada e Compartilhamento de Lições Aprendidas

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Quatro Tópicos Associados	
1	Conhecimento Aprimorado das Partes Interessadas
2	Colaboração Responsável
3	Adequação de Padrões
4	Verificação Meticulosa

7.5.1 Exemplos do Pilar "Compromisso com a Segurança de Processo"

7.5.1.1 Cultura de Segurança de Processo

É um mecanismo para medir a eficácia da cultura de segurança de processo nas organizações de processos químicos seria adotar o uso de uma avaliação cultural do tipo incluído no Apêndice G do relatório *Baker Panel* e discutido ao longo do relatório usado para determinar a adequação da cultura de segurança nas refinarias da BP nos EUA [2].

Os setores de processamento químico e de óleo devem considerar o uso de uma conduta de operações ou avaliação da cultura [2, 8 e 17]. Os melhores e mais prováveis resultados, sinceros, podem ser obtidos de uma avaliação de segurança de segurança anônima.

Observe que uma avaliação de cultura de segurança de processo é específica da organização e seus resultados são dificilmente comparáveis - benchmark - entre as organizações. Existem muitos outros fatores que podem afetar os resultados. No entanto, estas avaliações podem ser usadas em benefício da organização para monitorar melhorias dentro de uma organização ao longo do tempo [17, 27].

7.5.2 Exemplos do Pilar "Compreender Perigos e Riscos"

7.5.2.1 Análise de Perigos do Processo (PHAs)

(Número de PHAs documentando o uso completo de informações de segurança de processo (PSI) durante o PHA / número de PHAs executados) x 100%

Nota: Exemplos de PSI incluem a documentação de diagramas de processos e instrumentação (P&IDs) corretos e atualizados para estudos de riscos e operabilidade (HAZOPs).

7.5.2.2 Recomendações de PHA

(Número de Recomendações da PHA em Atraso / Número Total de Recomendações de PHA) x 100%

7.5.2.3 Avaliações de Risco de Localização da Instalação

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

(Número de PHAs que documentam as Avaliações de Risco de Localização da Instalação / Número Total de PHAs) x 100%

Nota: Nem todos os PHAs exigem uma avaliação quantitativa do risco de localização da instalação, no entanto, se as consequências se estenderem além do limite da instalação, um layout e estudo de localização da instalação pode ser justificado [29].

7.5.3 Exemplos do Pilar "Gerenciar Riscos"

7.5.3.1 Procedimentos Operacionais e Procedimentos de Manutenção

A. Procedimentos Corretos & Atualizados

(Número de procedimentos operacionais ou de manutenção avaliados / atualizados por ano / Número total de procedimentos operacionais ou de manutenção que devem ser avaliados / atualizados durante o período de medição) x 100%.

Este indicador mede o progresso do ciclo de avaliação/atualização. Uma tendência de queda pode indicar que mais atenção ou recursos são necessários para manter os procedimentos.

B. Procedimentos Claros, Concisos & Incluem Conteúdo Exigido

(Número de procedimentos de operação ou manutenção avaliados para o conteúdo / Número total de procedimentos de operação ou manutenção) x 100%.

Este indicador mede o progresso da criação de procedimentos operacionais e de manutenção claros, concisos e eficazes. Uma lista de verificação de critérios de procedimento precisará ser desenvolvida para esta abordagem:

- Controle de Documentos
- Etapas de ação claras e corretamente ordenadas
- Cuidados, avisos, e notas
- Limites operacionais seguros, consequências dos desvios desses limites, e medidas a serem tomadas para manter o processo dentro dos limites operacionais seguros
- Condições limites para operação
- Listas de verificação (quando apropriado)

C. Confiança nos Procedimentos

(Número de operadores ou técnicos de manutenção que acreditam que os procedimentos estão atualizados, corretos e eficazes / Número total de operadores ou técnicos de manutenção afetados pelos procedimentos) x 100%.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Os resultados de avaliação de opinião de operadores ou técnicos de manutenção podem fornecer indicação antecipada de mudanças na precisão ou eficácia dos procedimentos. A pesquisa deve identificar preocupações sobre o tempo necessário para atualizar procedimentos, a precisão, e facilidade de utilização.

7.5.3.2 Integridade de Ativos

Consulte a orientação adicional para gerenciamento de integridade de ativos [30, 31].

A. (Número de inspeções de itens críticos de segurança de instalações e equipamentos devidos durante o período de medição e concluídos no prazo / Número total de inspeções de itens críticos de segurança de instalações e equipamentos devidos durante o período de medição) x 100%.

- Este indicador é uma medida da eficácia do sistema de gerenciamento de segurança de processo para assegurar que a instalação e os equipamentos críticos de segurança sejam funcionais
- Isto envolve a coleta de dados sobre a entrega do trabalho de inspeção planejada em instalações e equipamentos críticos de segurança
- O cálculo desse indicador envolve:
 - Definir o período de medição para a atividade de inspeção
 - Determinar o número de inspeções de instalações e equipamentos críticos de segurança planejados para o período de medição
 - Determinar o número de inspeções de instalações e equipamentos críticos de segurança concluídos durante o período de medição
- As inspeções não realizadas durante o período de medição anterior serão transportadas para o próximo período de medição

Definição:

Instalações e equipamentos críticos de segurança: Instalações e equipamentos projetados para garantir a contenção segura de produtos químicos perigosos, energia armazenada, e operação segura contínua. Isto normalmente incluirá estes itens no programa de manutenção preventiva de uma fábrica, tais como:

- Vasos de pressão
- Tanques de armazenamento
- Sistemas de tubulação
- Dispositivos de alívio e *vent*
- Bombas
- Instrumentos
- Sistemas de Controle
- Sistemas de intertravamentos e de desligamento de emergência
- Equipamentos de resposta a emergência

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- B. (Duração do tempo em que a planta está em produção com itens de instalações ou equipamentos críticos de segurança em estado de falha, conforme identificado por inspeção ou devido a avarias / Duração do tempo em que a planta está em produção) x 100%**

Este é um indicador para determinar com que eficácia o sistema de gerenciamento de segurança assegura que as deficiências identificadas de equipamentos de segurança de processo sejam corrigidas em tempo hábil.

7.5.3.3 Treinamento em Segurança de Processo e Garantia de Competência

Consulte a orientação adicional para treinamentos e garantia de competência [32].

A. Treinamento para Posições Críticas do PSM

(Número de Indivíduos que concluíram uma Sessão de Treinamento Planejada PSM dentro do Prazo) / (Número Total de Sessões de Treinamento PSM Individuais Planejadas)

Definições:

Posição Crítica do PSM: Qualquer cargo da instalação que inclua atividades chaves, tarefas, supervisão e/ou responsabilidade por procedimentos de componentes críticos para a prevenção de e recuperação de grandes acidentes.

Sessão Planejada de Treinamento de PSM: Um exercício específico projetado para aprimorar o conhecimento, a habilidade e/ou a competência de um indivíduo em uma posição crítica do PSM para áreas que influenciam diretamente a prevenção de e a recuperação de grandes acidentes. Um único indivíduo pode ter várias sessões de treinamento durante um período do reporte. Um único exercício pode envolver várias sessões individuais de treinamento (por exemplo, uma aula de treinamento com vários indivíduos).

Consultar as diretrizes de competência e uma avaliação de competência fornecida pelo CCPS [5 (no Apêndice G: A Avaliação de Competências de Pessoal de Segurança de Processo), 32].

B. Avaliação de Competências de Treinamento

(Número de Indivíduos que Concluíram com Sucesso uma Sessão Planejada de Treinamento de PSM na Primeira Tentativa / (Número Total de Sessões Planejadas de Treinamentos de PSM Individuais com Avaliação de Conclusão para esse período de tempo)

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Definições:

Conclusão Bem Sucedida: Uma nota de aprovação em um exame ou avaliação de competência para a qual não há necessidade de repetir / refazer o treinamento, o exame, a avaliação de competência ou qualquer parte do mesmo.

Sessão de Treinamento com Avaliação de Conclusão: Uma sessão planejada de treinamento de PSM para a qual é necessária uma demonstração de conhecimento ou habilidade por meio de um exame ou avaliação de competência.

C. Falha para seguir procedimentos/práticas seguras de trabalho

(Número de tarefas críticas de segurança observadas em que todas as etapas do procedimento de trabalho seguro em questão não foram seguidas / Número total de tarefas críticas de segurança observadas) x 100%

Este indicador é usado para determinar a observação do local de trabalho das tarefas identificadas como críticas de segurança que possuem um procedimento operacional seguro importante, e se todas as etapas aplicáveis são seguidas.

7.5.3.4 Gerenciamento de Mudança

Usar a orientação adicional para a gestão da mudança [33, 34].

A. Porcentagem de MOCs amostrados que satisfizeram todos os aspectos do procedimento do MOC da planta.

- Este indicador mede quão próximo o procedimento do MOC da planta está sendo seguido
- Envolve uma auditoria periódica da documentação do MOC concluída; etapas na condução da auditoria:
 - Definir o escopo da auditoria: período de tempo, frequência, e unidade operacional
 - Determine o tamanho de amostra desejado e estatisticamente significativa. Isto pode ser feito usando tabelas largamente disponibilizadas, com base no número total de documentos MOC da planta
 - Avaliar a documentação completa do MOC, incluindo a documentação base, como a análise de perigos e as Informações de segurança do processo atualizadas, como instruções de operação e P&IDs

Calcular o indicador:

$$\% \text{ de MOCs executados corretamente} = \frac{100 \times (\# \text{ de MOCs executados corretamente})}{(\text{total } \# \text{ de MOCs})}$$

B. Porcentagem de alterações identificadas que usaram o procedimento do MOC na planta antes de fazer a alteração.

- Este indicador mede quão bem um departamento/planta (i) reconhece mudanças que exigem o uso do procedimento MOC da planta (ii) realmente faz uso do procedimento antes de implementar mudanças
- Envolve uma auditoria periódica das mudanças feitas em um departamento/planta e uma determinação de quais alterações requerem o uso do MOC; etapas na condução da auditoria:
 - Definir o escopo da auditoria: período de tempo e unidade(s) operacional
 - Identificar os tipos de mudanças que podem ter não seguido o procedimento do MOC da planta, com base em como o procedimento de MOC da planta define as mudanças (veja a definição abaixo)
 - Identificar as mudanças que não seguiram o procedimento de MOC; isso pode ser feito:
 - Inspeccionando as ordens de serviço de manutenção
 - Inspeccionando a documentação de projetos de capital e de manutenção
 - Inspeccionando as mudanças na programação do Sistema de Controle Distribuído e/ou
 - Entrevistando o pessoal do departamento

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Calcular o indicador:

% de mudanças usando o procedimento de MOC=

$100 \times (\# \text{ de MOCs}) / (\# \text{ de MOCs} + \# \text{ de mudanças que não seguiram o procedimento de MOC})$

C. Outras Idéias

Os dois indicadores de MOC acima fornecem um meio pelo qual as empresas podem medir prontamente quão bem estão identificando as mudanças que precisam ser avaliadas pelo MOC e quão bem elas estão executando os MOCs que identificam.

Uma idéia para melhorar o indicador de satisfação que uma empresa está executando seu procedimento de MOC é incluir um sistema de classificação de satisfação que um determinado MOC seguiu o procedimento, em vez do ranking sim/não fornecido acima. Por exemplo, se a empresa identificasse 25 aspectos-chave para um MOC devidamente concluído e um MOC satisfizesse 20 desses aspectos, o MOC receberia uma nota de 0,8. Uma auditoria de vários MOCs poderia gerar uma nota média geral para a amostra de auditoria. Uma abordagem ainda mais sofisticada poderia incluir uma ponderação relativa da importância crítica de, digamos, 25 aspectos para um MOC adequadamente concluído.

Uma outra ideia que pode ser considerada é medir a eficácia do procedimento do MOC da planta em identificar e resolver perigos relacionados a alterações. Em caso afirmativo, o seguinte pode ser considerado:

Porcentagem de partidas após mudanças na fábrica onde nenhum problema de segurança relacionado às mudanças foi encontrado durante o re-comissionamento ou partida.

- Envolve o registro em tempo real de partidas, incluindo problemas de segurança encontrados durante o recondicionamento e a partida, seguidos por uma determinação de quais problemas tiveram uma causa raiz relacionada a uma mudança que foi feita
- Envolve uma auditoria periódica de MOCs concluídos que envolvem uma parada e uma partida de uma unidade ou parte de uma unidade; etapas na condução da auditoria:
 - Definir o escopo da auditoria: período de tempo e unidade(s) operacional
 - Determinar o número de partidas da(s) unidade(s) ou partes da(s) unidade(s) após a implementação das mudanças
 - Determinar o número dessas partidas onde um problema de segurança relacionado à mudança foi encontrado após a verificação da alteração, durante as fases de re-comissionamento ou partidas

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Calcular do indicador:

% de partidas seguras após mudanças = 100 x (# de partidas após mudanças sem problemas de segurança relacionados a mudanças durante o re-comissionamento e partida) / (total # de partidas após mudanças)

Um fator complicador que deve ser considerado é o fato de que os problemas da mudança podem não aparecer até muito tempo após a partida da unidade.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Definições:

Mudanças que exigem avaliação de MOC: Os tipos de mudanças que exigem o uso do procedimento de MOC da planta devem ser definidos pelo procedimento.

Normalmente isto incluirá:

- Mudanças nos equipamentos, instalações e parâmetros operacionais fora dos limites definidos nas informações de segurança do processo da unidade
- Modificações de controle de processo
- Introdução de novos produtos químicos
- Mudanças nas especificações químicas ou fornecedores
- Locais de construção e padrões de ocupação
- Questões organizacionais tais como níveis de pessoal e atribuições de funções

Verificação da Mudança: A fase após a mudança ser implementada e antes da introdução de produtos químicos e outros materiais perigosos quando a integridade do sistema é confirmada. Condições potencialmente perigosas podem ser identificadas e corrigidas durante esta verificação sem resultar em um acidente.

Re-comissionamento: A fase após verificação da mudança e antes da partida quando os produtos químicos são introduzidos no sistema e as pressões / temperaturas podem ser aumentadas. Condições potencialmente perigosas identificadas durante o recondicionamento podem resultar em um acidente de segurança e/ou ambiental.

Partida: A fase após o re-comissionamento quando as operações de produção são iniciadas. Condições potencialmente perigosas identificadas durante a partida podem resultar num acidente de segurança e/ou ambiental.

7.5.4 Exemplos do Pilar "Aprenda com a Experiência"

7.5.4.1 Acompanhamento de Ação

(Número de itens vencidos de ação de segurança do processo / Número total de itens de ação atualmente devidos) x 100%.

Este indicador pode ser configurado como um indicador agregado ou vários indicadores individuais de itens específicos vencidos, como:

- (Número de itens de ação de auditoria vencidos / número total de itens de ação de auditoria atualmente devidos) x 100%
- (Número de itens de ação PHA vencidos / número total de itens de ação do PHA atualmente devidos) x 100%
- (Número de itens de ação de investigação de acidentes vencidos / número total de itens de ação de investigação de acidentes atualmente devidos) x 100%
- (Número de itens de ação PHA vencidos / número total de itens de ação do PHA ativos ou abertos) x 100%

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Definições:

Atualmente Devido: Ações com data de vencimento menor ou igual à data atual.

Vencido: Ações que estão ativas ou abertas e além da data de conclusão atribuída.

7.6 Fatores Humanos

Considerações sobre fatores humanos são um aspecto essencial ao projetar e gerenciar os equipamentos e sistemas para gerenciar os riscos do processo [35, 36]. Os estudos de fatores humanos estão focados principalmente às interações entre pessoas e equipamentos, sistemas e informações em seu ambiente de trabalho. A análise de fatores humanos concentra-se na identificação e na prevenção de possíveis situações com probabilidade de erro na operação do processo e na manutenção dos equipamentos e sistemas associados. Uma definição de Fatores Humanos é a seguinte [10]:

Uma disciplina preocupada em projetar máquinas, operações e ambientes de trabalho para que eles correspondam às capacidades, limitações e necessidades humanas. Inclui qualquer trabalho técnico (engenharia, elaboração de procedimentos, treinamento de trabalhadores, seleção de trabalhadores, etc.) relacionado ao fator humano em sistemas homem-máquina.

Alguns indicadores potenciais são fornecidas nesta seção.

7.6.1 Exemplos de Auditorias do Sistema de Segurança de Processo

Os sistemas de segurança de processos podem ser auditados quanto à sua eficácia e para encontrar falhas antes que surjam problemas [37]. Algumas possíveis descobertas relacionadas à auditoria de fatores humanos poderiam ser usadas como possíveis indicadores fornecidos nesta seção.

7.6.1.1 Identificação de Perigos e Avaliações de Risco (HIRA)

(Número de HIRAs que abordam Fatores Humanos / Número total de HIRAs) x 100%.

7.6.1.2 Análise de Perigos do Processo (PHAs)

(Número de PHAs que abordam Fatores Humanos / Número total de PHAs) x 100%.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

7.6.2 Exemplos de Gerenciamento de Riscos de Fadiga

Um aspecto dos estudos de fatores humanos é a gestão do risco de fadiga, que é descrito com mais detalhes na literatura [38]. Alguns possíveis indicadores são fornecidos nesta seção.

7.6.2.1 Educação Sobre o Risco de Fadiga

(Número de funcionários afetados treinados sobre as causas, riscos e possíveis conseqüências da fadiga / Número total de funcionários afetados) x 100%.

A educação sobre o risco de fadiga deve inteirar todos os funcionários afetados com os princípios científicos básicos de sono, distúrbios do sono, estado de alerta, fisiologia circadiana e de fadiga. Esta informação irá ajudá-los a identificar e reduzir o risco de fadiga - para eles mesmos, seus colegas, e as pessoas que eles podem supervisionar ou gerenciar. Esta educação também deve fornecer informações de conscientização que podem ser compartilhadas com os membros da família.

7.6.2.2 Percentagem de horas extras (mediana, média, superior 10 %)

(Número de horas extras / Número total de horas padrão de trabalho durante o período de medição por pessoa) x 100%.

7.6.2.3 Número de Turnos Estendidos

Número de turnos estendidos por pessoa durante o período de medição

Os turnos estendidos são o tempo que um funcionário tem atribuído para trabalhar e que se estende para fora de suas horas de turno regularmente programadas e para dentro de outros turnos. Turnos estendidos incluem remanescentes para participar de treinamentos, reuniões de segurança, e afins. Não inclui o tempo necessário para a entrega do turno normal.

Referências

- [1] American Petroleum Institute (API), API RP 754, *Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries, 2nd Edition*, April 2016. www.api.org
- [2] The Report of the BP U.S. Refineries Independent Safety Review Panel (The "Baker Report"), January 2007.
- [3] United States Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Investigation Report, "Refinery Explosion and Fire, BP Texas City, Texas, March 23, 2005," Report No. 2005-04-I-TX, issued March 2007.
- [4] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Process Safety Metrics*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2009).
- [5] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Integrating Management Systems and Metrics to Improve Process Safety Performance*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2016).
- [6] Hopkins, A., "Thinking About Process Safety Indicators," *Safety Science*, Vol. 47, No. 4, 2009.
- [7] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Risk Based Process Safety (RBPS)*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey (2007).
- [8] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Conduct of Operations and Operational Discipline*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2011).
- [9] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Auditing Process Safety Management Systems, 2nd Edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2011).
- [10] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *CCPS Process Safety Glossary*. www.aiche.org/ccps
- [11] U.S. Department of Transportation (DOT), 49 CFR 173.2a—*Classification of a Material Having More Than One Hazard*.
- [12] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), ECE/TRANS/202, Vol. I and II ("ADR 2009"), *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)*, 2009.
- [13] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Recognizing Catastrophic Incident Warning Signs in the Process Industries*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2012).
- [14] Klein, J. A., "The ChE as Sherlock Holmes: Investigating Process Incidents," *Chemical Engineering Progress*, 2016, 112(10):28-34.
- [15] Vaughen, B. K., and K. Bloch, "Use the Bowtie Diagram to Help Reduce Process Safety Risks," *Chemical Engineering Progress*, 2016, 112(12):30-36.
- [16] The Center for Chemical Process Safety (CCPS) and the Energy Institute (EI), *Bowties in Risk Management: A Concept Book for Process Safety*, American Institute of Chemical Engineers, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (Expected 2018).
- [17] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Essential Practices for Creating, Strengthening and Sustaining Process Safety Culture*, American Institute of Chemical Engineers, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (Expected 2018).
- [18] Reason, J., *Human Error*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K. (1990).
- [19] Reason, J., *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate Publishing (1997).
- [20] Klein, J. A., and B. K. Vaughen, *Process Safety: Key Concepts and Practical Approaches*, CRC Press (2017). www.crcpress.com

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

- [21] Klein, J. A., and B. K. Vaughen, "A Revised Program for Operational Discipline," *Process Safety Progress*, **27**:58-65 (2008).
- [22] Blanco, R. F., "Understanding Hazards, Consequences, LOPA, SILs, PFD, and RRFs as Related to Risk and Hazard Management," *Process Safety Progress*, Vol. 33, No. 3, pp. 208-216 (2014).
- [23] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Safe Automation of Chemical Processes, Second Edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2017).
- [24] Wasileski, R. F., "Think Facility, Act on Integrity," *Process Safety Progress*, **36**:264-272 (2017).
- [25] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Inherently Safer Chemical Processes: A Life Cycle Approach, Second Edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2009).
- [26] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Implementing Process Safety Management, Second Edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2016).
- [27] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *CCPS Vision 20/20*. www.aiche.org/ccps
- [28] Sepeda, A. L., "Understanding Process Safety Management," *Chemical Engineering Progress*, pp. 26-33, August 2010.
- [29] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Siting and Layout of Facilities, Second Edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2018).
- [30] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Asset Integrity Management*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2017).
- [31] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Dealing with Aging Process Facilities And Infrastructure*, American Institute of Chemical Engineers, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2018).
- [32] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Defining Process Safety Competency Requirements*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2015).
- [33] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Managing Process Safety Risks During Organizational Change*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2013).
- [34] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for the Management of Change for Process Safety*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2008).
- [35] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2004).
- [36] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Human Factors Methods for Improving Performance in the Process Industries*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2006).
- [37] The Center for Chemical Process Safety (CCPS), *Guidelines for Auditing Process Safety Management Systems, Second Edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ (2017).
- [38] American Petroleum Institute (API), API RP 755, *Fatigue Risk Management Systems for Personnel in the Refining and Petrochemical Industries, First Edition*, April 2010. www.api.org

Apêndice A

Glossário e Definições

Nota: Os termos definidos neste apêndice representam os resultados de um esforço colaborativo entre diferentes membros ligados à indústria, tanto do CCPS como do API (*American Petroleum Institute*). Assim, é importante reconhecer que estes termos se aplicam especificamente a este guia para dar consistência dentro destas orientações. Logo, estas definições representam termos relacionados à segurança de processo de diferentes fontes.

Estes termos são atuais no momento da publicação. Assim, consulte o Glossário de Segurança de Processo do CCPS para possíveis atualizações [10].

Acidente	Um evento não planejado ou sequência de eventos que resulta em uma consequência indesejável.
Estadiamento Ativo	<p>Caminhões ou vagões esperando para serem descarregados onde o único atraso na descarga está associado a limitações físicas com o processo de descarga (por exemplo, número de estações de descarga) ou a disponibilidade razoável de mão de obra (p.e., descarga apenas em luz do dia, descarga somente de segunda a sexta), e não com quaisquer limitações no volume disponível dentro do processo. O Estadiamento Ativo faz parte do transporte.</p> <p>Qualquer caminhão ou vagão esperando para ser descarregado devido a limitações no volume disponível dentro do processo é considerado armazenamento no local.</p>
Armazém Ativo	<p>Um armazém no local que armazena matérias-primas, produtos intermediários, ou produtos acabados usados, ou produzidos por um processo.</p> <p>Do ponto de vista do processo, um armazém ativo é equivalente a um tanque de armazenamento a granel. Em vez de serem armazenados em um único reservatório grande, as matérias-primas, produtos intermediários ou acabados são armazenados em reservatórios menores (p.e., bags, barris, baldes, etc.).</p>
Barreira	Qualquer coisa usada para controlar, impedir ou impedir fluxos de energia. Inclui engenharia (instalações físicas, projeto de equipamentos) e gestão operacional (procedimentos e processos de trabalho).
Modelo Bowtie	Um diagrama de risco mostrando como várias ameaças podem levar a uma perda de controle sobre um perigo e permitir que a condição insegura se desenvolva em uma série de consequências indesejadas. O diagrama pode mostrar todas as barreiras e controles de degradação implantados.
Consequência	O resultado direto e indesejável de uma sequência de acidentes geralmente envolvendo um incêndio, explosão ou liberação de material tóxico. Descrições de consequências podem ser estimativas qualitativas ou quantitativas dos efeitos de um acidente.
Contenção	Uma condição do sistema na qual, sob nenhuma condição, os reagentes ou produtos são trocados entre o processo químico e seu ambiente.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Equipamento	Uma peça de hardware que pode ser definida em termos de componentes mecânicos, elétricos ou de instrumentação contidos dentro do seu interior.
Confiabilidade do Equipamento	A probabilidade de que, ao operar sob condições ambientais definidas, o equipamento de processo desempenhe adequadamente sua função pretendida por um período de exposição especificado.
Evento	Uma ocorrência envolvendo um processo que é causado pelo desempenho do equipamento ou ação humana ou por uma ocorrência externa ao processo.
Explosão	Uma liberação de energia que causa uma descontinuidade de pressão ou onda de explosão.
Explosivo	Uma substância química que provoca uma liberação inesperada e quase instantânea de pressão, gás e calor quando sujeita a choque súbito, pressão ou alta temperatura
Falha	A uma diferença inaceitável entre o desempenho esperado e o observado.
Fogo	Uma reação de combustão acompanhada pela evolução do calor, luz e chama.
Inflamável	Um gás que pode queimar com uma chama se misturado com um oxidante gasoso, como ar ou cloro e, em seguida, inflamado. O termo "gás inflamável" inclui vapores de líquidos inflamáveis ou combustíveis acima de seus pontos de ignição.
Frequência	Número de ocorrências de um evento por unidade de tempo (p.e., 1 evento em 1000 anos. = 1×10^{-3} eventos/ano.).
Perigo	Uma característica inerente química ou física que tem o potencial de causar danos a pessoas, propriedades ou ao meio ambiente. Neste guia, é a combinação de um material perigoso, um ambiente operacional e alguns eventos não planejados que podem resultar em um acidente
Material Perigoso	Num sentido amplo, qualquer substância ou mistura de substâncias com propriedades capazes de produzir efeitos adversos à saúde ou à segurança de seres humanos ou ao meio ambiente. Material que apresenta perigos além dos problemas de incêndio relacionados ao ponto de ignição e ponto de ebulição. Estes perigos podem surgir, mas não estão limitados a, toxicidade, reatividade, instabilidade, ou corrosividade
Acidente	Um evento ou série de eventos resultando em uma ou mais consequências indesejáveis como danos às pessoas, danos ao meio ambiente ou perdas de ativos/negócios.
Indicador	Uma medida, especificamente um fato ou tendência, que fornece informações sobre o estado ou nível de algum indicador de segurança.
Indicador Reativo	Uma medida de indicador retrospectivo orientado para resultados que descreve eventos que já ocorreram e que pode indicar possíveis problemas recorrentes.
Métricas Reativas	Um conjunto retrospectivo de indicadores com base em acidentes que atendem a um limite estabelecido de gravidade.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Indicador Proativo	Um indicador voltado para o futuro que mede o desempenho dos principais processos de trabalho, disciplina operacional, ou camadas de proteção que evitam acidentes.
Métricas Proativas	Um conjunto de indicadores voltados para o futuro que indicam o desempenho dos principais processos de trabalho, disciplina operacional ou camadas de proteção que evitam incidentes
Probabilidade	Uma medida da probabilidade ou frequência esperada de ocorrência de um evento. Isto pode ser expresso como uma frequência de evento (p.e., eventos por ano), uma probabilidade de ocorrência durante um intervalo de tempo (p.e., probabilidade anual) ou uma probabilidade condicional (p.e., probabilidade de ocorrência, dado que um evento precursor ocorreu).
Métrica	Um método de medir algo, ou os resultados obtidos das medições.
Mitigação	Diminuir o risco de uma sequência de eventos de acidente atuando na fonte de forma preventiva, reduzindo a probabilidade de ocorrência do evento, ou de forma protetora, reduzindo a magnitude do evento e/ou a exposição de pessoas locais ou propriedades.
Incidente	Um evento indesejado que, sob circunstâncias ligeiramente diferentes, poderia resultar em danos às pessoas, danos à propriedade, equipamento ou ao ambiente ou parada de processo. Uma ameaça para um sistema de segurança, onde as ameaças para um sistema de segurança podem ser divididas nas seguintes categorias: <ul style="list-style-type: none"> • Demandas em sistemas de segurança (dispositivos de alívio de pressão, sistemas instrumentados de segurança, sistemas de intertravamentos) • Inspeção de contenção primária ou resultados de testes fora dos limites aceitáveis, ou • Desvio de processo ou de excursão
Prevenção	O processo de eliminar ou de se prevenir dos perigos ou riscos associados a uma atividade específica. Às vezes, a prevenção é usada para descrever ações tomadas com antecedência para reduzir a probabilidade de um evento indesejado.
Segurança de Processo	Uma estrutura disciplinada para gerenciar a integridade de sistemas operacionais e processos que lidam com substâncias perigosas aplicando boas práticas de projeto, engenharia, e disciplinas operacionais. Ele lida com a prevenção e controle de acidentes que têm o potencial de liberar materiais perigosos ou energia. Tais acidentes podem causar efeitos tóxicos, incêndio, ou explosão e podem por fim resultar em lesões graves, danos à propriedade, perda de produção e impacto ambiental
Segurança de Processos e Gerenciamento de Riscos	Um sistema de gestão que é focado na prevenção de, pronto atendimento para, mitigação de, resposta de, e no restabelecimento de liberações de materiais e energias perigosas.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Evento de Segurança de Processo	Um evento que é potencialmente catastrófico, ou seja, um evento envolvendo a liberação/perda de contenção de materiais perigosos que pode resultar em consequências ambientais e de saúde em larga escala. Equivalente a um Acidente de Segurança de Processo, a observação de eventos PSE diferencia nível de consequência entre Tier 1 e Tier 2, conforme descrito neste guia (consulte a Figura 1).
Acidente de Segurança de Processo	Um evento que é potencialmente catastrófico, isto é, um evento que envolve a liberação/perda de contenção de materiais perigosos que pode resultar em consequências de grande escala à saúde e ao meio ambiente.
Indicador de Segurança de Processo	Uma medição específica relacionada à segurança processo, especialmente um fato ou tendência, que fornece informações sobre o estado ou nível de um evento de segurança de processo de um incidente, de uma ameaça à camada de proteção, disciplina operacional, e sistema de gerenciamento em um programa de segurança de processo.
Métrica de Segurança de Processo	O método para medir ou analisar os resultados de uma eficiência do programa de segurança de processo ou indicador de desempenho.
Sistema de Segurança de Processo	Um sistema de segurança de processo compreende o projeto, procedimentos e hardware destinados a operar e a manter o processo com segurança.
Confiabilidade	A probabilidade de que um item seja capaz de executar uma função necessária sob condições estabelecidas por um período de tempo determinado ou por uma demanda definida.
Parte Responsável	<p>A parte encarregada de operar a instalação de maneira segura, em conformidade e confiável é a parte responsável. Em alguns países ou jurisdições, a parte responsável pode ser chamada de "operador responsável" ou a parte com responsabilidade de informações regulamentares. Conforme utilizado neste PR, os termos "Parte Responsável" e "Companhia" são sinônimos.</p> <p>Nota: A parte responsável é determinada antes de qualquer evento de segurança do processo. A parte responsável pode ser o proprietário da instalação ou o operador da instalação, dependendo da relação entre os dois. O proprietário ou o operador é responsável pelo desempenho da instalação? Quem é responsável pelo desenvolvimento e implementação de programas de prevenção? Quem é responsável por realizar a investigação e identificar e implementar ações corretivas após um evento de segurança do processo?</p>
Risco	Uma medida de lesão humana, dano ambiental ou perda econômica em termos tanto da probabilidade do acidente e como da magnitude da perda ou dano. Uma versão simplificada desse relacionamento expressa o risco como o produto da probabilidade e as consequências de um acidente. (ou seja, risco = consequência x probabilidade)
Segurança do Processo Baseada no Risco (RBPS)	A abordagem do sistema de gerenciamento de segurança de processos do Centro para Segurança de Processos Químicos (CCPS) que utiliza estratégias baseadas em riscos e táticas de implementação compatíveis com a necessidade baseada em riscos de atividades de segurança de processos, disponibilidade de recursos e cultura de segurança de processos existente para projetar, corrigir e melhorar atividades de gerenciamento de segurança de processo.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Salvaguardas ou Dispositivos de Segurança	Recursos de projeto, equipamentos, procedimentos, etc. implementados para diminuir a probabilidade ou mitigar a gravidade de um cenário de causa e consequência.
Sistema de Segurança	Equipment and/or procedures designed to limit or terminate an incident sequence, thus avoiding a loss event or mitigating its consequences.
Parada (da planta)	Um processo pelo qual as operações são trazidas para uma condição segura e não operacional.
Sistema	Um composto de itens que engloba pessoas, equipamentos e métodos organizados para realizar um conjunto de funções específicas.

Apêndice B

Exemplos Detalhados de Indicadores PSE

Estas ilustrações e exemplos são apenas para fins ilustrativos e estão atualizados ao tempo da publicação original. Portanto, consulte a página da web do [CCPS Metrics](http://www.aiche.org/ccps) para a lista mais recente.

As seguintes áreas são abordadas nesta lista:

- Instalações da Companhia
- PSEs Com Múltiplos Resultados
- Perda de Contenção
- Liberações Agudas
- *Flares* e Dispositivos de Controle de Emissão
- Dispositivo/Sistema de Alívio de Segurança
- Gás Tóxico, Vapor ou Aerossol
- Acidentes com Afastamento
- Tubulações
- Incêndios Não Associados à Liberação à Perda de Contenção Primária
- Embarcações de Transporte Marítimos
- Caminhão e Vagões de Trem
- Edificação Industrial
- Acidentes de Interface Homem-Máquina
- Misturas
- Operações de Caminhão a Vácuo
- Custos Diretos
- Evacuação Oficialmente Declarada ou Abrigo no Local

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

INSTALAÇÕES DA COMPANHIA

1. Um caminhão de terceiros que carrega um produto inflamável nas instalações da Companhia sofre um vazamento e um incêndio subsequente e danos à propriedade de US \$ 100.000 (custos diretos). Embora o caminhão seja "operado por outros", ele é conectado ao processo. O acidente é um PSE Tier 1 porque os custos diretos foram iguais ou superiores a US \$ 100.000.
2. Exemplo similar como # 1. O caminhão carregado com produto inflamável tomba em rota para fora da fábrica, resultando em incêndio e perda do caminhão. Isto não seria reportado como um PSE já que o caminhão não está mais conectado à fábrica.
3. Uma tubulação vaza e libera 907,19 kg de vapor inflamável acima do solo dentro de 1 hora. Uma estrada pública corta a principal instalação e suas docas marítimas. Este gasoduto é originado na instalação e vai para as docas. O local do vazamento está fora da propriedade da instalação neste curto trecho de tubulação que passa pela via pública. Embora o vazamento ocorra tecnicamente fora do local, este é um PSE Tier 1, já que a instalação possui e opera todo o trajeto desta tubulação.

PSES COM MÚLTIPLOS RESULTADOS

4. Ocorre um derramamento de 200 barris de líquido inflamável que resulta em uma liberação de vapor inflamável significativa, e ignição causando um incêndio. O incêndio danifica outros equipamentos resultando em uma liberação de gás tóxico acima do limiar de notificação, juntamente com vários acidentes com afastamento, incluindo uma fatalidade. Este evento deve ser relatado como um PSE Tier 1, mas com vários resultados. Ao aplicar a métrica de gravidade, a atribuição de pontos de gravidade apropriados (1, 3, 9 ou 27 pontos cada) seria selecionada da Tabela 3 para o dano por fogo, o impacto potencial da liberação química, o impacto sobre a saúde humana, e o impacto ambiental/comunidade. A soma desses pontos de gravidade individuais será usada no cálculo da métrica da taxa de gravidade geral.

PERDA DE CONTENÇÃO

5. Dez barris de gasolina (1400 kg, 3100 lbs.) vazam da tubulação para o concreto e a gasolina não atinge o solo ou a água. O pessoal do local estima que o vazamento foi "agudo" (p.e., ocorreu dentro de um período de 1 hora). Este é um PSE Tier 1 porque houve uma perda "aguda" de contenção primária (p.e., dentro de "1 hora") de 1000 kg (2200 lbs) ou mais de "Líquido Inflamável".
6. Um visor de nível com falha de tanque resulta no transbordamento de um tanque de produto contendo "líquidos inflamáveis". Aproximadamente 7000 kg (15500 lbs) de líquido transbordam para a área do dique do tanque. Este acidente é um PSE Tier 1 desde que é um derramamento "agudo" maior que 2200 libras, independentemente da contenção secundária.
7. Um empreiteiro de manutenção abre uma válvula de processo e é pulverizado com ácido sulfúrico, resultando em uma queimadura grave e lesão com afastamento. Este é um PSE Tier 1. É um evento não intencional envolvendo um material e uma perda de contenção. Para fatalidades e acidentes de trabalho e doenças, não há quantificação para limiar de notificação.
8. Um operador abre um ponto de amostragem de controle de qualidade para coletar uma amostra de rotina do produto e leva um corte na mão que requer pontos devido a quebra do recipiente de amostragem de vidro, e perde o próximo dia de trabalho. Este não é um PSE Tier 1 porque não está relacionado a uma perda de contenção.
9. Uma válvula de dreno é deixada aberta após uma parada na fábrica. Na partida, estima-se 10 bbl. de óleo combustível (1700 kg, 3750 lbs.) é liberado, a 100 ° F (37,7 °C), no solo e no sistema de drenagem da planta antes que o dreno fosse encontrado e fechado. Este é um PSE de Nível 2 porque é mais do que os critérios de liberação de 440 lbs de um Grupo de Embalagem III (Classe de Risco 3 - Líquido Inflamável).

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

10. As operações estão drenando a água de um tanque de petróleo bruto (operado a 120 ° F/ 48,8 ° C) em um sistema de drenagem projetado para este fim. O operador sai do local e esquece de fechar a válvula. 20 barris de petróleo bruto é liberado no sistema de drenagem. Este é um PSE Tier 1 porque a liberação de petróleo bruto, um "Combustível Líquido", não é intencional e é maior do que os critérios de liberação de 2000 kg ou 4400 lbs.
11. Uma tubulação sofre corrosão e vazou 10 barris (1700 kg, 3750 lbs.) de Petróleo Pesado (HCO) à temperatura de operação de 550 ° F (287,8 ° C) até o solo. O HCO tem um ponto de fulgor de 300 ° F (148,9 ° C). Este é um PSE Tier 2 porque o HCO foi liberado acima de seu ponto de fulgor acima da quantidade limite do Tier 2 de 200 kg (440 lbs) ou 1,4 barris.
12. Um operador drena propositalmente 20 barris de material combustível em um sistema de coleta de água oleosa dentro de uma hora como parte de uma operação de limpeza de embarcação. A drenagem é planejada e controlada e o sistema de coleta é projetado para tal serviço. Este não é um PSE reportável, pois é consistente com uma exclusão específica. Se o material tivesse sido liberado involuntariamente ou tivesse ficado descontrolado e corrido para um dreno aberto, esgoto ou outro sistema de coleta, seria um PSE.
13. Vapores de hidrocarbonetos migram para o laboratório de QA/QC localizado dentro da instalação e resultam em um incêndio com \$ 1500 de dano. A fonte dos fumos de hidrocarbonetos é o sistema de esgoto de água oleosa. Embora o incêndio tenha sido o resultado de uma perda não planejada ou não controlada de contenção primária, este incidente não é um PSE Tier 2, pois o limite de dano de US \$ 2.500 não foi excedido.
14. Uma empilhadeira que entrega os materiais dentro de uma unidade de processo bate e remove uma válvula de dreno do processo que leva à liberação de isopentano seguida de explosão de nuvem de vapor com danos aos ativos superiores a US \$ 100.000. Este é um PSE Tier 1, pois um LOPC não planejado ou não controlado resultou em um incêndio ou explosão que causou mais de \$ 100.000 de dano.
15. Há uma perda de chama do queimador em um aquecedor à combustão resultando em um ambiente rico em combustível seguido de explosão na fornalha com danos superiores a US \$ 100.000 aos internos do aquecedor. Não houve liberação fora da fornalha. Este seria um PSE Tier 1, desde que após a extinção do incêndio, o fluxo contínuo de gás combustível é agora uma liberação descontrolada. O propósito do queimador é para que a combustão do gás combustível seja no queimador e não para que o gás combustível seja contido na fornalha.
16. Há uma ruptura no tubo dentro de um aquecedor à combustão causando um incêndio (contido no aquecedor) resultando em mais de US \$ 100.000 em danos aos componentes internos do aquecedor (além do para substituição do tubo defeituoso). A falha do tubo é uma perda de contenção primária do fluido do processo e, combinada com os danos adicionais superiores a US \$ 100.000, faz dele um PSE Tier 1.

LIBERAÇÕES AGUDAS

17. Existe um derramamento de 10 barris de gasolina (1400 kg, 3100 lbs.) que constantemente vazou da tubulação para o solo durante um período de duas semanas. Cálculos simples mostram que a taxa de derramamento foi de aproximadamente 0,03 barris por hora (9 lbs.h/ 4kg.h). Este não é um PSE Tier 1 ou 2, pois o evento de derramamento não foi uma liberação "aguda" (p.e., o limite de 1.000 kg (2200 lbs.) excedido em qualquer período de 1 hora), no entanto, uma empresa pode optar por registrar o evento como uma outra LOPC Tier 3.
18. Mesmo exemplo acima, exceto que o vazamento dos 10 barris foi estimado ter derramado a uma taxa constante durante um período de 1 hora e 30 minutos. Cálculos simples mostram que a taxa de derramamento foi de 6,7 barris (933 kg ou 2060 lbs.) por hora. A taxa de derramamento foi um pouco menor do que o limite de Tier 1 de 1000 kg (2200 lbs.) em qualquer período de "1 hora", mas acima do limite de 100 kg (220 lbs) e, portanto, é um PSE Tier 2.
19. Ao resolver um problema sobre uma taxa de vazão de gás natural maior do que a esperada, o pessoal de operação encontra uma válvula de segurança na linha de gás natural que não foi remontada adequadamente e que ficou aliviando para o flare através tambor de knock-out. Após investigação adicional, é determinado que um total de 1 milhão de libras de gás natural foi aliviado a uma taxa constante durante um período de 6 meses. Este não é um PSE

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

Tier 1 porque a taxa de liberação (~ 100 kg por hora) não excede os 500 kg (TQ) do Tier 1 for flammable vapors in any 1-hour time period), however, it is a Tier 2 PSE because the Tier 2 acute release threshold of 50 kg (per hour) is exceeded.

20. Um operador descobre um derramamento aproximadamente 10 barris de líquido de solvente aromático (p.e., benzeno, tolueno) perto de um trocador do processo que não estava presente durante na sua última ronda de inspeção duas horas antes. Como a duração real da liberação é desconhecida, uma melhor estimativa deve ser usada para determinar se a taxa TQ foi excedida (é preferível errar pelo lado da inclusão do que pela exclusão). Este Acidente é um PSE Tier 1 porque os solventes envolvidos são materiais do Grupo de Embalagem II, e a limiar (TQ) de 7 barris é excedido se o período de tempo for estimado em menos de uma hora.

DISPOSITIVOS DE SAÍDA TIPO DESTRUTIVOS (p.e., *flares*, depuradores, incineradores, tambores de *quench*(extinção))

21. O sistema de flare não está funcionando corretamente devido a pilotos inativos na ponta do flare. Durante esse tempo, uma carga de vapor é enviada para o *flare* devido a uma sobrepressão em uma unidade de processo. O volume do vapor através do dispositivo de alívio de pressão é maior que o projetado e resulta na formação de uma mistura inflamável no nível do *grade*. Isto seria classificado como PSE, pois a descarga da válvula de alívio é maior que a quantidade limite especificada e resultou em uma liberação insegura.
22. 100 bbl. de nafta líquida são inadvertidamente encaminhados para o sistema de *flare* através de um dispositivo de alívio de pressão. O tambor de nocaute do *flare* contém a maior parte da liberação; no entanto, há uma mínima liquefação da nafta no *flare*. Esta é uma PSE de Nível 1, uma vez que o volume liberado do dispositivo de alívio de pressão para um dispositivo destrutivo a jusante excede a quantidade limite especificada e resultou numa das quatro consequências listadas (isto é, transporte de líquido).
23. Uma liberação de dispositivo de alívio de pressão inferior à quantidade limite projetada é encaminhada para um depurador que é sobrecarregado por uma taxa de fluxo maior do que o projetado e expõe o pessoal a vapores tóxicos, resultando em um dia de afastamento por intoxicação no trabalho. Este é um PSE Nível 1, pois a perda de contenção primária resultou em um dia de afastamento por intoxicação no trabalho. As regras para descargas de dispositivos de alívio de pressão são substituídas pelo dano real causado.
24. Um tanque de propano em sobrepressão descarrega através de um dispositivo de alívio de pressão para o sistema de *flare*. Os pilotos no sistema de *flare* não estão funcionando corretamente, e o *flare* não incendeia os vapores. O evento acontece durante um período de 45 minutos. O volume de liberação de propano foi estimado em 1300 lb (590 kg) e a liberação se dissipou na atmosfera acima do nível do *grade* e acima das plataformas de trabalho. Mesmo que a liberação exceda a quantidade limite, isso não é um PSE desde que a descarga foi roteada para um dispositivo de descarte tipo destrutivo sem nenhuma das consequências listadas. Uma empresa pode optar por registrar esse evento como um outro LOPC Tier 3 e uma Demanda Tier 3 para os Sistemas de Segurança.
25. Uma perturbação faz com que um dispositivo de alívio de pressão abra e libera gás combustível para o sistema de *flare* da instalação. O sistema de *flare* funciona corretamente e queima a liberação de vapor que veio do dispositivo de alívio de pressão. Esta não é um PSE, uma vez que a liberação do dispositivo de alívio de pressão foi encaminhada para um dispositivo destrutivo à jusante que funcionou conforme projetado (isto é, não causou uma das quatro consequências listadas). Uma empresa pode optar por registrar esse evento como um outro LOPC Tier 3 e uma Demanda Tier 3 para os Sistemas de Segurança.

DISPOSITIVO / SISTEMA DE ALÍVIO DE SEGURANÇA

26. Há um distúrbio em uma unidade e a válvula de alívio (PRD) abre para uma saída de ar que foi projetada de acordo com o Padrão API 521 para este cenário, resultando em uma liberação de gás para a atmosfera sem consequências adversas. Por Padrão de API 521 ou equivalente, este evento não seria um PSE Tier 1 ou 2, pois os vapores e gases liberados para a atmosfera de válvulas de segurança, discos de ruptura de alta pressão e dispositivos de segurança semelhantes são projetados adequadamente para esse evento. A liberação não pode ter resultado em transporte de

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

líquido, descarga em um local potencialmente inseguro, abrigo no local, ou medidas de proteção pública (por exemplo, fechamento de estradas) e uma quantidade de descarga do PRD maior que a quantidade limite [1]). Uma empresa pode optar por contar isso como um evento PSE Tier 3, pois é uma ativação de um PRD que não foi considerado no PSE Tier 1 ou 2.

27. Um vaso de cloro tem um dispositivo de alívio de pressão (PRD) que foi identificado em um recente PHA para ser subdimensionado. No processo operacional para uma transferência, a vaso se sobrecarrega. Uma liberação de 60 lb (27 kg) de gás cloro (material TIH Zona B) ocorre através deste PRD para um local seguro durante um período de 25 minutos. Este não seria um PSE Tier 1 ou Tier 2, independentemente da constatação de HAZOP, contanto que não resultasse em uma transferência líquida, no local do abrigo do local, medida de proteção pública ou outra indicação de descarga para um local inseguro. localização. No entanto, uma empresa pode optar por registrar esse evento como uma Demanda Tier 3 para os Sistemas de Segurança.
28. Há uma perturbação na unidade e a válvula de alívio não abre, resultando em sobrepressão do equipamento e uma liberação "aguda" de gás inflamável com vazamento em um flange. A quantidade liberada está acima do limite de 500 kg (dentro de 1 hora). Este é um PSE de Nível 1. Lançamentos de flanges não são excluídos do relatório de PSE.

GÁS TÓXICO, VAPOR OU AEROSSOL

29. Um vazamento em uma linha de ácido clorídrico de alta pressão resulta em um derramamento de 1900 lb (862 kg) de ácido clorídrico. Cálculos de flash indicam que mais de 220 lb (99,7 kg) de cloreto de hidrogênio seria liberado como vapor. A liberação de 1900 lb (862 kg) de ácido clorídrico é um PSE Tier 2, já que este líquido é classificado como um ácido forte com um limiar (TQ) de emissão de 440 lb (199,5 kg). No entanto, como o líquido vaporizou ou foi pulverizado como um aerossol, produzindo mais de 220 lb (99,7 kg) de cloreto de hidrogênio como vapor, o evento seria um PSE Tier 1 por exceder os 100 kg (~220 lbs) ou mais da Zona C de Risco de Inalação de Material Tóxico dentro de 1 hora.
30. Uma tubulação contendo CO₂ e 10.000 vppm (1% em volume) vazamentos de H₂S e 7.000 kg (15.400 libras) do gás é liberado dentro de um curto período de tempo (p.e., menos de uma hora). Os cálculos mostram que a liberação envolveu cerca de 55 kg (120 lbs) de H₂S. A liberação é um PSE Tier 1 já que o limite de relatório para produtos químicos da Zona de Risco de Inalação Tóxica B é qualquer quantidade superior a 25 kg (55 lbs) da substância química tóxica (por exemplo, H₂S).
31. O mesmo que acima, exceto que a concentração de H₂S na tubulação é de 50 vppm, em vez de 10.000 vppm. O acidente ainda seria um PSE Tier 1, já que a liberação de CO₂ é maior do que o limite de 2000 kg (4400 lb.).

TEMPO PERDIDO EM ACIDENTES

Uma inclusão de acidente (ou fatalidade) de "dias de afastamento do trabalho" como um Evento de Segurança de Processo reportável depende de ser causado pela perda de contenção de um material ou estar diretamente relacionado à evacuação ou à resposta à perda de contenção.

32. Um operador está andando, então escorrega e cai no chão e sofre uma lesão com afastamento. O deslizamento/queda é devido às condições climáticas, pisos oleosos "crônicos" e sapatos escorregadios. Este não é um PSE reportável. Os acidentes de segurança ocupacional por "escorregar/tropeçar/queda" que não estão diretamente associados à evacuação, ou à resposta a um acidente com perda de contenção são especificamente excluídos do relatório de PSE.
33. O mesmo que acima, exceto que o operador escorregou e caiu enquanto respondia a um pequeno derramamento de líquido inflamável (p.e., menos de 50 kg em 1 hora). Isto seria reportável pelo PSE já que o operador estava respondendo a um acidente de perda de contenção. Um PSE Tier 1 ocorre quando a perda de contenção primária ocorre nas instalações da companhia e resulta em um acidente por afastamento ou fatalidade. Para fatalidades e acidentes por afastamento não há exigência de quantidade limite de liberação.
34. O mesmo que acima, exceto que o operador escorregou e caiu várias horas após o acidente ter sido concluído. Isso não seria reportável pelo PSE. Os termos "evacuar de" e "responder a" na exclusão de relatórios significam que a

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

perda de contenção e as atividades de resposta de emergência associadas estão em andamento. Escorregamentos/tropeços /quedas após a conclusão do evento (como limpeza e correção "após o fato") são excluídos do relatório do PSE.

35. Um montador de andaime sofre uma lesão por afastamento depois de cair de uma escada de andaime enquanto evacuava de uma perda de acidente de contenção em equipamento próximo. Este é um PSE Tier 1.
36. Um operador passa por um purgador de vapor mal projetado. O purgador libera e o tornozelo do operador é queimado pelo vapor resultando em uma lesão por afastamento. Este é um PSE Tier 1 porque mesmo que a perda de contenção fosse vapor (vs. hidrocarboneto ou produto químico), o estado físico do material era tal que causava uma lesão por afastamento. Materiais não tóxicos e não inflamáveis são excluídos dos critérios de quantidade limite, mas estão sujeitos a outros critérios de consequência.
37. Um revestimento foi intencionalmente purgado com nitrogênio. Um empreiteiro ignora os controles de segurança, entra no recinto e morre. Esta é uma fatalidade reportável, mas não um PSE Tier 1, já que não houve perda não planejada ou não controlada da contenção primária.

Nota: Esta fatalidade pode ser comunicada de acordo com os regulamentos de segurança e pode ter de ser registrada no registo de lesões e doenças ocupacionais de uma empresa.
38. O mesmo que acima, exceto que o nitrogênio vazou inadvertidamente no compartimento. Isso seria um PSE de Tier 1 (e fatalidade) já que havia uma fatalidade associada a uma perda não planejada de contenção primária.
39. Um operador que responde a um alarme de H₂S entra em colapso e tem uma lesão "por afastamento". Se o alarme fosse acionado por um H₂S LOPC não planejado ou não controlado, o evento seria um PSE Tier 1. Se o alarme era um alarme falso, o evento não seria um PSE Tier 1 porque não havia liberação real.

TUBULAÇÕES

40. Um oleoduto subterrâneo vaza e libera 100 barris de diesel (material combustível) durante 3 dias (1,39 barris/h.). O vazamento resulta em solo contaminado e que é descontaminado em seguida. Este não é um PSE Tier 1 ou 2, uma vez que não houve consequências para a segurança e a quantidade não excedeu o limite "agudo" de 1,4 barris ou acima. No entanto, uma empresa pode optar por registrar esse evento como um outro LOPC Tier 3.
41. Uma tubulação vaza e libera 2000 lb (907 kg) de vapor inflamável acima do solo dentro de 1 hora. No entanto, a liberação ocorreu em um local remoto no site. A liberação é um PSE Tier 1, já que "o local remoto" não é uma consideração e a liberação excede a quantidade limite aceitável.
42. Uma tubulação revestida do DOT (departamento de transporte) que pertence, é operado e mantido pela Companhia A cruza a propriedade da Companhia B. A linha revestida do DOT tem uma liberação dentro de uma hora de 1500 lb (680 kg) da contenção primária de gás inflamável e provoca um incêndio que resulta em danos superiores a US \$ 100.000 para o equipamento da Companhia A. Este não é um PSE Tier 1 para a Companhia B, pois o gasoduto não é de propriedade, operado ou mantido pela Companhia B. No entanto, isto seria um acidente de transporte para a Empresa A.

INCÊNDIOS ou LIBERAÇÕES DE ENERGIA NÃO ASSOCIADAS À PERDA DE CONTENÇÃO PRIMÁRIA

Como regra geral, uma liberação de energia ou incêndio é reportado como um PSE somente se causada por uma perda de contenção primária ou resulta em uma liberação química em excesso das quantidades relatadas. Exemplos incluem:

43. Um incêndio por eletricidade afeta a operação do processo, resultando na liberação de 4000 lb (1814 kg) de tolueno. Este evento seria um PSE Tier 1 pois a perda de contenção primária excede o limite de relatório de 2200 lb (997,9 kg) para o tolueno.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

44. Um incêndio elétrico, perda de eletricidade, ou qualquer outra perda de utilidade que provoque uma parada da planta e possíveis danos acidentais em equipamentos com prejuízo maior do que US \$ 100.000 (p.e., danos a reatores ou equipamentos devido a um desligamento inadequado), mas que não cause a perda da contenção primária que resulta em uma das consequências identificadas, não seriam relatados como um PSE. Para ser um PSE reportável deve haver uma perda de contenção primária.
45. Um incêndio no rolamento, falha no motor elétrico, ou incêndio similar ocorre de forma a danificar o equipamento (> US \$ 100.000), mas não causa perda de contenção primária que resulta em uma das consequências identificadas, não seriam reportados como um PSE, desde que nenhuma liberação de produto químico do processo maior do que a quantidade limite, ou lesões, tenham ocorridos.
46. Se nos exemplos # 44 ou # 45, se houver qualquer lesão ou liberação de produto químico excedendo a quantidade limite, estes seriam eventos PSE reportáveis.
47. Uma deflagração interna em um vaso causa danos ao equipamento > US \$ 2.500, mas não houve perda de contenção. Embora este seja um evento de processo sério e deva ser investigado como tal, ele não atende à definição de PSE reportável, já que não houve perda de contenção primária.
48. O vent de alívio e vácuo em um tanque de armazenamento contendo produtos químicos fica obstruído e o vácuo causado pela bomba de principal colapsa o tanque, resultando em danos no equipamento > US \$ 100.000. Este evento não seria PSE, já que não houve perda de contenção primária.
49. Se no exemplo # 48, e se uma emenda do tanque falhou resultando em um derramamento do produto em excesso ao volume de TQ para o material armazenado, ela teria sido reportada como um PSE (mesmo se o conteúdo fosse contido em diques de contenção secundária).
50. Uma placa de andaime é colocada perto de um tubo de vapor de alta pressão e em seguida começa a queimar, mas é rapidamente extinta sem mais danos. A investigação conclui que a placa havia sido contaminada por algum óleo, mas não há indicação de vazamento de óleo na área. Este não é um PSE reportável, já que não havia LOPC não planejado ou não controlado.

EMBARCAÇÕES DE TRANSPORTE MARÍTIMOS

51. Uma Embarcação de Transporte Marítimo operado pela companhia tem um vazamento a bordo "agudo" de material combustível maior que 14 barris. O evento não é reportável ao PSE, uma vez que os acidentes da Embarcação de Transporte Marítimo são especificamente excluídos, exceto quando a embarcação está conectada ao processo para fins de alimentação ou transferência de produto.
52. Uma barça de terceiros está sendo empurrada por um rebocador e atinge o cais da empresa. Um compartimento de barça é violado e libera 50 barris de diesel para a água. O evento não é um PSE desde que a embarcação marítima não estava conectada ao processo para fins de alimentação ou transferência de produto.

CAMINHÃO E VAGÕES DE TREM

53. Um vagão da empresa descarrilhou e vazou mais de 7 barris de gasolina enquanto em trânsito fora da instalação. O acidente não é um PSE uma vez que o vagão não estava conectada ao processo para fins de fornecimento de matéria-prima ou transferência de produto, nem para uso no local de armazenamento.
54. Um caminhão/reboque de terceiros tomba nas instalações da companhia resultando em um derramamento "agudo" de gasolina maior que 7 barris. O acidente não é reportado como um PSE se o caminhão não estiver mais conectada às instalações de carga/descarga. No entanto, as empresas podem optar por ter métricas de acidentes de transporte, o qual capturaria este evento.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

55. Um caminhão transportador contratado está descarregando produtos cáusticos e a mangueira se separa e gera um aerossol no ar e/ou um líquido cáustico derramado de 2.500 kg. O evento é um PSE Tier 1, uma vez que o TQ cáustico de 1000 kg foi excedido e o caminhão ainda estava conectado à instalação de carga / descarga imediatamente antes do acidente.
56. Dois vagões de cloro foram entregues nas instalações, ambos são necessários para encher o tanque de armazenamento local. Um está conectado ao processo e o outro é estadiado enquanto o primeiro vagão está descarregando. Enquanto estadiado e esperando o primeiro carro descarregar, o segundo vagão desenvolve um vazamento e 6 lb (2,72 kg) em menos de uma hora. Este não é um PSE reportável, pois caminhões e vagões são expressamente excluídos, a menos que estejam conectados ao processo ou sejam usados para armazenamento no local. O estadiamento durante a espera para descarregar não é considerada armazenamento se não houver limitações no volume disponível dentro do processo.

EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS

57. Há um incêndio na caldeira no complexo da Sede e os danos diretos totalizaram US \$ 100.000. O acidente não é reportável ao PSE, já que os acidentes relacionados ao Office Building não relacionados ao processo são especificamente excluídos.

ACIDENTES DE INTERFACE HOMEN-MÁQUINA

58. Um técnico de operações é lesionado enquanto trabalhava na finalização do equipamento em uma planta de polímeros. A lesão é causada pelo mecânico, interface homem-máquina com o equipamento. Isso não seria um PSE porque não houve perda de contenção não planejada ou descontrolada.

MISTURAS

59. Um fabricante de produtos químicos derrama 10.000 lb (4.536 kg) de um produto formulado contendo vários produtos químicos à jusante de uma operação de mistura. Este material é comercializado como produto específico (p.e., um fluido de aquecimento, fluido de freio, etc.). Como este material é enviado nesta formulação, a companhia avaliou previamente a mistura de acordo com todas as *UN Dangerous Goods* (definições de produtos perigosos) da ONU (ou regulamentos do DOT nos EUA) e classificou a mistura como um material do "Grupo de Embalagem III". Como o derramamento excedeu a quantidade limite de 2.000 kg (4400 lb.) de um material do Grupo de Embalagem III, esse derramamento seria relatado como PSE Tier 1.
60. Um encaixe de tubulação em uma fábrica de especialidades químicas falha, liberando 4000 lb (1.814,37 kg) de uma mistura de 30% de formaldeído, 45% de metanol e 25% de água, em menos de uma hora. Esta mistura não é classificada pela *UN Dangerous Goods* / US. Protocolos DOT; portanto, o cálculo da mistura da quantidade limite é aplicado. O limite de relatório de componentes puros do formaldeído é de 1995,81 kg e o metanol é de 997,90 kg.

Componente	peso.% (kg.)	Qtde Liberada lb (kg.)	TQ do PSE	% of TQ
Formaldeído	30%	1200 (544,31)	4400 (1995,81)	27.30%
Metanol	45%	1800 (816,46)	2200 (997,90)	81.80%
Água	25%	1000 (453,59)	n/a	0%
				109.10%

Esta liberação é um PSE Tier 1, pois a porcentagem cumulativa excede 100%, embora os componentes individuais não excedam suas quantidades limiares individuais.

Nota: Esta é uma abordagem simplificada alternativa e pode dar resultados mais ou menos conservadores. Uma abordagem mais precisa é usar as regras do DOT 49 CFR 173.2a [11] ou Recomendações da ONU sobre o Transporte de Mercadorias Perigosas, Seção 2.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

OPERAÇÕES DE CAMINHÃO A VÁCUO

61. Depois de coletar uma carga de uma unidade adjacente, um caminhão a vácuo está estacionado na instalação de tratamento de efluentes, aguardando a aprovação do operador para a descarga. Enquanto aguarda um mau funcionamento do sistema de vácuo ocorre e os *vents* liberam o material para a atmosfera. Este não é um PSE, uma vez que as operações do caminhão a vácuo são excluídas, a menos que estejam em carregamentos, descarregamentos ou usem a bomba de transferência do caminhão.
62. Um caminhão a vácuo equipado com um recipiente de carbono no vent está carregando, e ocorre um derramamento de hidrocarbonetos. O recipiente de carbono pega fogo, que aumenta a ponto de criar mais de US \$ 45.000 em danos ao caminhão à vácuo. Este é um PSE Tier 2 desde que o derramamento original de hidrocarbonetos constitui o LOPC e os resultados do LOPC levaram a um dano de fogo superior a US \$ 2.500 para um PSE Tier 2, mas inferior a US \$ 100.000 do PSE Tier 1.

CUSTOS DIRETOS

63. Um selo da bomba falha e resulta em perda de contenção com incêndio. O incêndio é apagado rapidamente sem lesões ocupacionais. O incêndio resultou na necessidade de reparar alguns instrumentos danificados e substituir algum isolamento. O custo dos reparos, substituição, limpeza e resposta a emergências totalizaram US \$ 120.000; no entanto, excluindo o custo do selo da bomba com falha, o custo é de US \$ 20.000. Este não é um PSE Tier 2 porque o custo de substituir o selo não está incluído no cálculo de custos diretos - apenas os custos de reparo e substituição do equipamento danificado pelo incêndio, não o custo para reparar a falha do equipamento que levou ao fogo.

EVACUAÇÃO OFICIALMENTE DECLARADA OU ABRIGO NO LOCAL

64. Uma pequena quantidade de material muito odorífero entra em um sistema de água de resfriamento por vazamento na tubulação. O material é dispersado na atmosfera na torre de resfriamento. Um professor do ensino fundamental decide não realizar o recesso fora devido a um odor perceptível, embora os funcionários considerados sem abrigo no local fossem necessários; portanto, isso não é um PSE.
65. Menos de 1 lb de gás fluoreto de hidrogênio é liberado ao descarregar um caminhão em uma refinaria. A liberação é detectada por um analisador local e dispara um alarme na unidade. Um policial de folga que mora em uma casa próxima aconselha seus vizinhos a evacuar porque “um alarme como esse significa que há um problema na refinaria”. Isto não é um PSE porque o policial está agindo como um cidadão comum sugerindo uma medida de precaução. e não como um oficial da comunidade declarando uma evacuação ou abrigo no local.

Histórico de Revisão

Data de Emissão	Versão	Mudança
Dez-2007	1.0	Inicialização pelo CCPS e esforço colaborativo do setor industrial.
Febv2011	2.0	Atualização deste guia para alinhar com a API RP 754 emitida em 2010, que foi desenvolvida por meio de um esforço colaborativo entre as companhias membros do CCPS e a API.

Indicadores de Segurança de Processo: Guia de Seleção de Indicadores Proativos e Reativos

16-Abr-2018	3.0	Atualização deste guia novamente para realinhar a segunda edição da API RP 754 lançada em 2016, que foi desenvolvida após outro esforço colaborativo entre as companhias membro do CCPS e da API.
26-Fev-2019	3.1	Identificou e corrigiu um erro tipográfico na Tabela 1 (em particular, "US \$ 25.000" foi alterado para o valor correto de "US \$ 2.500").