Análise de Riscos como Ferramenta de Gestão Ambiental

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas, principalmente as industriais, são sistemas potenciais de geração de acidentes que podem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Logo, seus processos devem ser submetidos a uma Análise de Riscos, na qual as possibilidades de acidentes sejam avaliadas em relação à sua probabilidade de ocorrência e à magnitude dos danos.

A Análise de Riscos envolve a identificação, avaliação, gerenciamento e comunicação de riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Permite antecipar e atuar sobre eventos ambientalmente danosos, de forma a planejar ações de controle, montar equipes e a agir em emergências.

Do ponto de vista legal, a publicação da Resolução Nº 1, de 23/01/86, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, os estudos de análise de riscos passaram a ser incorporados nesse processo, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no licenciamento.

Este artigo irá tratar de forma introdutória os aspectos e ferramentas da Gestão de Risco, a qual, evidentemente, é imprescindivelmente é parte integrante do Sistema de Gestão Ambiental em função da exigência legal e do retorno sócio, ambiental e financeiro que gera para o empreendimento.

2. O RISCO

O Risco é definido como a medida de perda econômica e/ ou danos à vida humana (neste caso, fatalidades) resultante da combinação entre a freqüência de ocorrência de um evento indesejável e a magnitude das perdas ou danos (conseqüências) (EPA, 1998). Matematicamente, ele expresso como sendo:

$$R_i = Fi * Mi$$

Onde:

R_i: Risco associado ao evento indesejado tipo i; ***Fi*** = freqüência de ocorrência do evento e ***Mi*** = magnitude da conseqüência desse evento.

O risco está sempre associado à chance de acontecer um evento indesejado, assim, deve-se entender que perigo é uma propriedade intrínseca de uma situação, ser ou coisa, e não pode ser controlado ou reduzido. Por outro lado, o risco sempre pode ser gerenciado, atuando-se na sua freqüência de ocorrência, nas conseqüências ou em ambas.

3. ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS

De acordo com a EPA -1998, o Estudo de Análise de Riscos (EAR) deve sempre envolver as seguintes etapas:

- Identificação de Riscos: constitui-se numa atividade voltada para o desenvolvimento da estimativa qualitativa ou quantitativa do risco, baseando-se na engenharia de avaliação e em técnicas estruturadas para promover a combinação das freqüências e conseqüências de um acidente.
- Avaliação de Riscos: constitui-se em um processo que utiliza os resultados da análise de riscos para a tomada de decisão quanto ao gerenciamento de riscos, através da comparação com critérios de tolerabilidade de riscos previamente estabelecidos.

- Gerenciamento de Riscos: é a formulação e implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos, que têm por finalidade prevenir, controlar ou reduzir os riscos existentes numa instalação industrial, tendo também como objetivo, manter essa instalação operando dentro de requisitos de segurança considerados toleráveis.

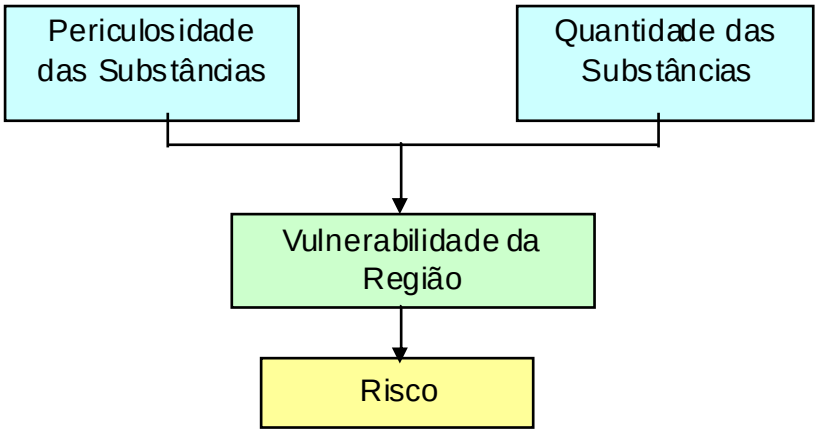
Normalmente, o Estudo de Análise de Riscos é aplicado às empresas que produzem, operam, armazenam, consomem, geram ou transportam quantidade expressiva de substâncias perigosas, especialmente tóxicas e inflamáveis, como ocorre nas atividades químicas, farmacêuticas; petróleo, petroquímico, gás, dotadas de sistemas de refrigeração (alimentícias, de bebidas, frigoríficos, etc), de produção de água tratada, transporte por oleodutos, gasodutos; usinas termelétricas a gás, entre outros. Outras instalações que operem com riscos diferenciados, com explosivos ou reativos, não são focos deste trabalho e deverão avaliadas caso a caso.

4. CRITÉRIO PARA A CLASSIFICAÇÃO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS QUANTO À PERICULOSIDADE

Esta metodologia baseia-se no fato de que o risco de uma instalação industrial para a comunidade e para o ambiente, circunvizinhos e externos aos limites do empreendimento, está diretamente associado, não apenas às características das substâncias químicas manipuladas, suas respectivas quantidades, mas também à vulnerabilidade da região onde a instalação está ou será localizada. Este princípio é mostrado na Figura 1.

No Estudo de Análise de Risco Ambiental, a avaliação dos riscos associados a um determinado empreendimento é feita só levando-se em conta os danos causados ao meio ambiente e às pessoas (mortes ou lesões) que vivem ou trabalham nas áreas circunvizinhas, situadas além dos limites físicos da instalação, não contemplando, por exemplo, riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores ou danos aos bens patrimoniais das instalações analisadas.

Figura 1. Fatores que influenciam os estudos de análise de riscos em instalações industriais.



4.1. Classificação de gases e líquidos tóxicos e inflamáveis

4.1.1. Gases e líquidos tóxicos

Para a classificação das substâncias foram definidos quatro níveis de toxicidade, de acordo com a Concentração Letal para 50% da População - CL_{50} por via respiratória para rato ou

camundongo, para substâncias que possuam pressão de vapor igual ou superior a 10 mmHg a 25 ^{o}C, conforme apresentado na Tabela 1.

Para as substâncias cujos valores de CL50 não estavam disponíveis foram utilizados os valores da dose letal (DL50), via oral rato ou camundongo, considerando-se os mesmos valores de pressão de vapor, ou seja, pressão de vapor igual ou superior a 10 mmHg a 25 oC, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 1 - Classificação de substâncias tóxicas

Nível de toxicidade	C (ppm.h)
4 - Muito tóxica	$C \leq 500$
3 - Tóxica	$500 < C \leq 5000$
2 - Pouco tóxica	$5000 < C \leq 50000$
1 - Praticamente não tóxica	$50000 < C \leq 150000$

C = concentração letal 50% (CL_{50}) em ppm multiplicada pelo tempo de exposição em horas (em geral, 1 hora).

Tabela 2 - Classificação de substâncias tóxicas pelo DL_{50}.

Nível de toxicidade	DL_{50} (mg/kg)
4 - Muito tóxica	$DL50 \leq 50$
3 - Tóxica	$50 < DL50 \leq 500$
2 - Pouco tóxica	$500 < DL50 \leq 5000$
1 - Praticamente não tóxica	$5000 < DL50 \leq 15000$

Para efeitos de Estudos de Análise de Riscos, a CETESB considera como gases e líquidos tóxicos perigosos apenas as substâncias classificadas nos níveis de toxicidade 3 e 4. Deve-se ressaltar que esta classificação se aplica às substâncias tóxicas que possuem pressão de vapor igual ou superior a 10 mmHg nas condições normais de temperatura e pressão (25oC e 1 atm) e também àquelas cuja pressão de vapor puder se tornar igual ou superior a 10 mmHg em função das condições de armazenamento ou processo.

4.1.2. Gases e líquidos inflamáveis

Da mesma forma que para as substâncias tóxicas, foi adotada uma classificação para as substâncias inflamáveis, segundo níveis de periculosidade, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação de substâncias inflamáveis.

Nível de inflamabilidade	Ponto de fulgor (PF) e/ou Ponto de ebulição (PE) em (oC)
4 - Gás ou líquido altamente inflamável	$PF \leq 37,8$ e $PE \leq 37,8$
3 - Líquido facilmente inflamável	$PF \leq 37,8$ e $PE \geq 37,8$
2 - Líquido inflamável	$37,8 < PF \leq 60$
1 - Líquido pouco inflamável	$PF > 60$

A CETESB considera apenas as substâncias do nível 4, líquidas ou gasosas, e do nível 3, somente líquidas como substâncias inflamáveis perigosas.

5. TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE ANÁLISE DE RISCOS

O Termo de Referência aqui apresentado segue as diretrizes do Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos – P4.261/ Maio 2003 da CETESB, tendo como objetivo fornecer as orientações básicas para a elaboração de Estudos de Análise de Riscos em atividades industriais.

Ele aplica-se apenas à avaliação de riscos à população externa ao empreendimento. Os impactos ao meio ambiente serão avaliados caso a caso, de forma específica, porém tal avaliação não será feita através deste termo de referência.

O Estudo de Análise de Riscos é composto das seguintes etapas:

- Caracterização do empreendimento e da região;
- Identificação dos perigos e consolidação das hipóteses acidentais;
- Estimativa dos efeitos físicos e análise de vulnerabilidade;
- Estimativa e avaliação de riscos;
- Gerenciamento de riscos

5.1. Caracterização do empreendimento e da região

Nesta fase procura-se caracterizar o empreendimento e identificar previamente os riscos a ele inerentes. Devem ser considerados os aspectos construtivos e operacionais da unidade, regionais e de sua localização. Os dados a serem levantados são:

- Caracterização física do empreendimento
- Dados metereológicos, topografia, população, equipamentos públicos
- Lay out das instalações e especificação dos processos
- Identificação dos materiais e levantamento de suas características de riscos
- Levantamento de ocorrências históricas

5.2. Identificação dos riscos e consolidação das hipóteses acidentais

A identificação dos riscos deve ser feita criteriosamente, utilizando-se de ferramentas que propiciam uma maior ou menor acuidade, entre as quais destacamos:

- Histórico de ocorrências
- Inspeções
- Auditorias
- Matriz de impactos
- Análises de Riscos
  - "What if"
  - APP (APR) – Análise Preliminar de Perigos (Riscos)
  - ACP - Análise Crítica de Processo
  - "HAZOP" – Estudos de Operabilidade
  - FMEA – Estudo de Modos de Falha e Efeitos

Identificados os riscos, as hipóteses acidentais consideradas devem ser claramente descritas devendo ser estudadas nas próximas etapas.

Para tanto, deve-se estabelecer detalhadamente o critério considerado para a escolha das hipóteses acidentais relevantes, levando-se em conta a severidade do dano decorrente da falha identificada.

5.3. Determinação da Probabilidade de Ocorrência

Com base na experiência do pessoal de uma determinada planta ou unidade, estima-se a freqüência / ano de ocorrência desse desvio, por exemplo, um incêndio.

Existem tabelas elaboradas por segmentos de atividades, como área química, nuclear, etc., que estabelecem as categorias ou classes de Probabilidades de Ocorrência, A Tabela 4 representa um modelo que pode ser utilizado para diferentes segmentos.

A título de elucidação, uma 10^{-2} < PO / ano < 10^{-3} significa que a probabilidade de ocorrência do desvio está entre uma vez a cada 100 e a cada 1000 anos, Embora esses períodos sejam muito longos em relação à vida humana, convém relembrar que estamos falando em probabilidade e não em ocorrência efetiva. Assim, se este intervalo de tempo pode parecer "impossível" de ocorrer efetivamente, em termos de probabilidade deve ser considerado como algo viável.

Tabela 4 – Classes de Probabilidade de Ocorrência de Eventos Danosos

CLASSE	DENOMI-NAÇÃO	PO / ANO	DESCRIÇÃO
A	**Extremamente Remota**	**PO < 10^{-4}**	**Teoricamente possível, mas de ocorrência improvável ao longo da vida útil da instalação.**
B	**Remota**	**10^{-3} < PO < 10^{-4}**	**Ocorrência não esperada ao longo da vida útil da instalação**
C	**Improvável**	**10^{-2} < PO < 10^{-3}**	**Baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida útil da instalação**
D	**Provável**	**10^{-1} < PO < 10^{-2}**	**Ocorrência provável uma ou outra vez ao longo da vida útil da instalação**
E	**Freqüente**	**10^{0} < PO < 10^{-1}**	**Ocorrência esperada uma ou outra vez a cada 10 anos**
F	**Muito Freqüente**	**PO << 10^{0}**	**Ocorrência esperada uma ou outra vez em cada ano.**
G	**Rotineira**	**PO <<< 10^{0}**	**Ocorrência esperada uma ou outra vez em cada mês.**

Muitas vezes, o participante do estudo de Análise de Riscos não possui uma percepção clara da probabilidade de ocorrência do desvio, por exemplo, um incêndio. Nesse caso, é possível fazer-se uma estimativa dessa probabilidade a partir da Taxa de Falha das causas básicas que levam ao desvio. Por exemplo, no caso de um incêndio, as causas básicas que poderiam ser consideradas seriam "presença de substância inflamável no ambiente" e "existência de fontes de ignição". A partir das probabilidades de ocorrência dessas causas básicas, é possível estimar-se a PO do desvio.

Para essa estimativa, é preciso que se adote algum critério de avaliação das Taxas de Falhas (TF) de operações. Existem tabelas que estimam essas Taxas de Falhas em função de diversos fatores como nível de qualificação dos profissionais envolvidos, sistema de manutenção dos equipamentos, condições climáticas, etc. Para o presente trabalho, adota-se o critério conforme estabelecido na Tabela 5.

Considere-se o seguinte exemplo. Suponha que um operador tenha que controlar o nível de um tanque para evitar um transbordamento observando o Visor de Nível existente no próprio

tanque, e que esse operador seja qualificado. Portanto, TF = 2 10^{-3} (Uma vez a cada 500 operações) toda vez que ele executa esse controle. Suponhamos que, em média, o tanque atinja o nível alto uma vez por dia. Portanto, o operador terá uma probabilidade de falhar nesse controle a cada 500 dias de trabalho, ou seja, em média, uma vez a cada 2 anos. Portanto PO / ano = 0,5.

Quando existir mais de uma causa básica para a ocorrência do desvio, como no caso do incêndio citado acima, a probabilidade de ocorrência desse desvio deve ser o produto das probabilidades individuais das duas causas já que elas devem ocorrer simultaneamente para que o desvio se efetive.

Quando existe a necessidade de ser obtida uma estimativa mais confiável, estudos de probabilidade podem ser efetuados entre os quais o estudo de Árvore de Falhas e o Diagrama de Eventos são duas das ferramentas que podem ser utilizadas.

No caso de Árvore de Falhas, a partir de um evento topo cuja probabilidade se quer estimar (por exemplo, não abertura de uma válvula de segurança ou rompimento de um tanque), identificam-se e associam-se todos os eventos que conduzem a esse evento topo e, a partir das probabilidades estimadas dos eventos individuais, chega-se à probabilidade estimada do evento topo.

Tabela 5 – Taxas de Falha de Eventos comuns

CONDIÇÃO	TF	DESCRIÇÃO DA TF
Taxa de Falha Humana (Falha Involuntária) para profissional não qualificado	10^{-2}	Uma falha a cada 100 operações
Taxa de Falha Humana (Falha Involuntária) para profissional qualificado	2 10^{-3}	Uma falha a cada 500 operações
Taxa de Falha Humana (Falha Involuntária) para profissional altamente qualificado	10^{-3}	Uma falha a cada 1000 operações (Nível máximo de qualificação que pode ser atingido)
Taxa de Falha Humana com uma redundância independente para profissional não-qualificado	$10^{-2} \times 10^{-2} = 10^{-4}$	Uma vez a cada 10.000 vezes
Taxa de Falha Humana com duas redundâncias independentes para profissionais qualificados	$2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}$ $= 4 \times 10^{-6}$ $= < 10^{-5}$	Uma vez a cada 100.000 vezes
Taxa de Falha de Equipamentos mecânicos (Bombas, motores, etc.)	$<< 10^{-3}$	Menor do que uma vez a cada 1.000 vezes
Taxa de Falha de Equipamentos de segurança (Válvulas de alívio, alarmes, etc.)	10^{-4}	Uma vez a cada 10.000 vezes
Taxa de Falha de Equipamentos eletrônicos	$<< 10^{-4}$	Menor do que uma vez a cada 10.000 vezes

5.4. Determinação da Amplitude da Conseqüência

O outro fator que deve ser estimado para a avaliação final do Nível de Risco é a Amplitude da Conseqüência (AC).

Com o uso de Tabelas Referenciais de Conseqüências (por exemplo, da CETESB), pode-se estimar a Amplitude das Conseqüências de um evento não-desejado.

Convém ressaltar que essas tabelas referência, embora mantenham um critério genericamente padronizado, podem ser ajustadas a cada situação real de cada empresa.

Estudos com base em modelos matemáticos também podem determinar a Amplitude da Conseqüência de um determinado evento, por exemplo, número de fatalidades a 100 m de uma explosão ou da fonte de emanação de um produto tóxico.

De acordo com o critério da CETESB estabelecido na Norma P4.261 – Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos, quando as distâncias reais das fontes de acidentes graves, como tanques de armazenamento, à comunidade próxima for inferior à Distância de Segurança estabelecida no Manual, há exigência de serem efetuados os Estudos de Vulnerabilidade.

5.4.1. Determinação da distância segura

A Distância Segura é a determinada pelo efeito físico decorrente do cenário acidental considerado, e é definida como a distância na qual a probabilidade de ocorrer fatalidade em decorrência de acidente na unidade é de até 1% das pessoas atingidas externamente ao empreendimento.

Para as substâncias inflamáveis dos níveis 4, gasosas ou líquidas e 3, líquidas com pressões de vapor superior a 120 mmHg a 25 ^{o}C, a distância adotada foi aquela referente ao nível de sobre pressão de 0,1 bar decorrente da explosão de uma nuvem inflamável, cuja dispersão ocorreu até a concentração correspondente ao Limite Inferior de Inflamabilidade (LII).

Para as substâncias inflamáveis do nível 3 que possuem pressão de vapor igual ou inferior a 120 mmHg a 25 ^{o}C, a distância adotada foi a referente ao *flashfire* cuja dispersão ocorreu até a concentração correspondente à metade do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII).

No caso das substâncias tóxicas, líquidas ou gasosas, a distância adotada foi aquela correspondente à probabilidade de morte de até 1 % da população exposta, ou seja, praticamente nula.

5.4.2. Metodologia do Critério Para avaliar a necessidade ou não de efetuar EAR

As diretrizes básicas para aplicação do critério visando à avaliação da necessidade ou não de efetuar EAR são:

- Levantar informações sobre as substâncias químicas inflamáveis e/ou tóxicas existentes na instalação em estudo ou em processo de licenciamento;
- Obter a Distância Segura (ds) para a quantidade presente no recipiente, de acordo com os dados constantes na literatura;
- Determinar a distância real (dp) de cada recipiente à população fixa mais próxima e externa ao empreendimento. Esta, por sua vez, é definida como sendo a distância, em linha reta, da fonte de vazamento à pessoa mais próxima situada fora dos limites da instalação em estudo;
- Comparar o resultado referente à Distância Segura (ds) com aquele correspondente à Distância Real (dp). Dependendo das condições as seguintes ações deverão ser tomadas:
  - Se houver a presença de população fixa dentro dos limites determinados pela distância segura, deverá ser realizado um Estudo de Análise de Riscos (EAR) a ser submetido à aprovação do órgão ambiental;
  - Caso contrário, isto é, quando a Distância Real for maior que a Distância Segura, o que corresponde a dizer que não há população nos limites determinados pela Distância Segura, o empreendedor ficará dispensado da realização do *EAR*, devendo, no entanto submeter à apreciação do órgão ambiental um *Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)*, de acordo com o escopo apresentado no Manual para Elaboração de Estudos de Análise de Riscos da CETESB, portanto:

Se $\mathbf{d_p} < \mathbf{d_s}$: Deve ser realizado o Estudo de Análise de Riscos (EAR);

- Se $\mathbf{d_p} > \mathbf{d_s}$: Deve ser elaborado apenas o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR).

Além disso, é importante mencionar que o critério leva em consideração a presença de população fixa, como residências e/ou estabelecimentos, comerciais ou industriais, no entorno do empreendimento. Em casos onde existam vias de grande circulação de veículos, como rodovias, grandes avenidas e ruas movimentadas, estas devem ser consideradas como "população fixa".

Caso existam efeitos que possam atingir as pessoas fora da instalação, devem ser avaliadas medidas visando diminuí-los. Se afirmativo, devem ser implantadas e recalculadas as estimativas de efeitos físicos e vulnerabilidade. Caso negativo, será necessário o desenvolvimento de estudos mais elaborados objetivando avaliar o potencial de risco e, dependendo do resultado, a instalação ou operação do empreendimento pode ser inviabilizada.

Tabela 6 – Classes de Amplitude das Conseqüências

CLASSE	CARACTERÍSTICAS
I DESPREZÍVEL	Não provoca lesões e nem danos à saúde em funcionários e terceiros (não funcionários e público externo) Não provoca nenhum impacto ambiental ao meio ambiente Não provoca danos ou provoca danos de pequena monta aos equipamentos, materiais e instalações. Não provoca parada de produção ou provoca atrasos insignificantes. Não provoca nenhuma alteração na qualidade do produto Pode provocar insignificante repercussão entre os funcionários e terceiros dentro da propriedade e nenhuma na comunidade.
II MARGINAL	Provoca lesões leves ou perturbações leves à saúde de funcionários ou terceiros quando dentro da propriedade. Nenhum dano à comunidade é notado. Provoca impacto leve e reversível ao meio ambiente, dentro da propriedade. Provoca danos de pequena monta aos equipamentos, materiais e instalações. Provoca parada de produção de curta duração. Provoca pequena alteração na qualidade do produto detectável ainda no processo ou pelo cliente, porém, sem danos maiores. Pode provocar uma repercussão significativa entre funcionários / terceiros dentro da propriedade e repercussão de pequena pouco significativa na comunidade.
III CRÍTICA IV CATASTRÓFICA	Provoca lesões e danos à saúde com certa gravidade em funcionários ou terceiros quando dentro da propriedade, e lesões ou danos à saúde de gravidade leve em membros da comunidade. Uma ou outra morte ou lesão incapacitante pode ocorrer em pessoas dentro da propriedade. Provoca danos severos ao meio ambiente interno à propriedade, às vezes irreversíveis, e danos de gravidade leve fora da propriedade, às vezes irreversíveis. Provoca danos de grande monta aos equipamentos, materiais e instalações da propriedade, e danos de razoável monta na comunidade. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento catastrófico. Provoca parada de produção de longa duração. Provoca grandes alterações na qualidade do produto, passível de não ser detectada Quando em processo. Pode provocar repercussão de grande monta entre os funcionários e terceiros dentro da propriedade e repercussão significativa na comunidade. Podem provocar mortes, lesões graves, danos irreversíveis à saúde de funcionários, terceiros e membros da comunidade em geral. Podem provocar danos de grande monta e irreversíveis ao meio ambiente interno ou externo à propriedade

CLASSE	CARACTERÍSTICAS
	Podem provocar destruição total de equipamentos, materiais e instalações, internamente ou externamente à propriedade. Pode provocar parada permanente de produção com destruição da planta ou parte significativa dela. Provoca graves alterações na qualidade do produto, com grande repercussão na opinião pública. Ações indenizatórias coletivas podem ocorrer. Pode provocar repercussão de grande monta e duradoura entre os funcionários e terceiros dentro da propriedade e repercussão de grande monta com razoável duração na comunidade.

5.4.3. Determinação do Nível de Risco

Conhecidas a Probabilidade de Ocorrência (PO) e a Amplitude da Conseqüência (AC) de um determinado desvio, pode-se estimar o Nível de Risco desse evento danoso. Para tanto, são utilizados diagramas, como o apresentado na Figura 2, estabelecidos e aceitos para segmentos de atividades, por exemplo, o químico, o petroquímicos, etc.

Esse diagrama, embora apresente um critério geral padronizado, pode ter os Níveis de Riscos ajustados para cada situação existente em cada empresa. Por exemplo, dependendo da periculosidade de um processo, o Nível de Risco G / I pode ser classificado como "3" em vez de "2".

5.4.4. Determinação do Nível de Aceitabilidade do Risco

Conhecendo-se o Nível de Risco, pode-se estimar se esse risco é aceitável ou não de acordo com um critério previamente estabelecido. A Tabela 7 representa o critério de aceitabilidade do risco que está sendo adotado para esse trabalho.

Por exemplo, um determinado desvio danoso com Probabilidade de Ocorrência F (Muito freqüente) e Amplitude de Conseqüência III (Crítica), implica em um Nível de Risco 4 – Sério, não aceitável de acordo com o modelo referencial estabelecido.

Com a determinação do Nível de Aceitabilidade do Risco encerra-se a primeira etapa do PGR – Diagnóstico que tem como produto, uma relação de riscos classificados em diversos níveis, alguns aceitáveis, outros não, de acordo com o critério estabelecido.

Figura 2 – Diagrama de Nível de Risco

AC	A	B	C	D	E	F	G
IV	3	3	4	4	5	5	5
III	1	2	3	3	4	4	5
II	1	1	2	2	3	3	3
I	1	1	1	1	2	2	2

PO

Tabela 7 – Nível de Aceitabilidade de Risco

ID	ID	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
1		DESPREZÍVEL	Aceitável
2		MENOR	Aceitável, sujeito à melhoria
3		MODERADO	Aceitável, esporadicamente
4		CRÍTICO	Não aceitável
5		CATASTROFICO	Absolutamente, não aceitável

5.5. Gerenciamento de Riscos

O Programa de Gerenciamento de Riscos- PGR deve ser implementado e considerado em nas atividades industrias que apresentem um potencial de acidente elevado e seu objetivo é prover uma sistemática voltada para o estabelecimento de requisitos contendo orientações gerais de gestão, objetivando a redução de acidentes.

Sua elaboração será realizada a partir das medidas e recomendações do Estudo de Análise de Riscos e visa estabelecer medidas e ações para reduzir da freqüência e as conseqüências de um acidente.

Deve contemplar os aspectos críticos identificados, de forma a que sejam priorizadas as ações de gerenciamento de riscos, a partir dos critérios estabelecidos nos cenários acidentais de maior relevância.

Seu escopo deve considerar:

- Informações de segurança do processo;
- Revisão dos riscos de processo,
- Gerenciamento das modificações,
- Manutenção e garantia dos sistemas críticos,
- Procedimentos operacionais,
- Capacitação de recursos humanos,
- Investigação de acidentes,
- Plano de Ação de Emergência- PAE,
- Auditorias

Sua implantação e manutenção, como para qualquer sistema de gestão, deve ser derivada do processo de PDCA (Plan, Do, Check e Act), estando sempre num processo de melhoria continua, com o objetivo de minimizar os riscos da operação.

No âmbito do Licenciamento Ambiental, o PGR é parte integrante do processo de avaliação do EAR.

Todos os itens constantes no PGR devem ser claramente definidos e documentados, aplicando-se tanto aos procedimentos e colaboradores (funcionários e terceiros) que desenvolvam atividades no empreendimento.

Toda a documentação de registro das atividades realizadas no PGR deve estar disponível para verificação pelos órgãos interessados, devendo ser mantida em arquivo por pelo menos seis anos.

As etapas do processo cíclico do PGR, a saber, a qualificação profissional, a execução, a verificação e a melhoria contínua / inovação devem ser criteriosamente planejadas. Desnecessário seria ressaltar a importância do planejamento na realização de qualquer atividade. No caso do PGR, essa importância é potencializada porque as ações preventivas e corretivas, regra geral, ocorrem com interferência no processo produtivo e, muitas vezes, concomitantemente. Uma falha em qualquer aspecto poderá resultar em atrasos e até acidentes.

Cada empresa possui o seu próprio critério de planejamento, porém, em sua essência, são semelhantes e que se resume em definir os aspectos do trabalho conforme ilustrado Tabela 8.

Tabela 8 – Critério de Planejamento

ASPECTO DO TRABALHO	DESCRIÇÃO
O que fazer	Definir claramente o produto esperado do trabalho e suas características de qualidade
Para que fazer	Definir o objetivo a ser alcançado com o produto realizado
Com que fazer	Definir claramente os recursos materiais necessários e quantidades
Com quem fazer	Definir as pessoas que devem executar as atividades
Como fazer	Definir o processo e os procedimentos a serem utilizados
Quando fazer	Definir o período de execução
Onde fazer	Definir o local da execução, incluindo as atividades auxiliares

Nesse planejamento, existem alguns fatores a serem considerados, alguns dos quais podendo ser críticos e que podem determinar uma hierarquia de prioridades. Entre os quais destacamos para um PGR:

- Nível de Risco
- Disponibilidade dos recursos financeiros
- Disponibilidade operacional
- Tecnologia disponível
- Nível de qualificação profissional do pessoal, etc.

Logicamente, o Nível de Risco é um fator de peso e que exige uma prioridade absoluta quando esses riscos são críticos ou catastróficos.

5.5.1. Qualificação Profissional Básica

Um PGR, conforme aqui preconizado, exige um nível de qualificação profissional básico mais elevado em relação ao estágio em que a empresa se encontra.

Querer implementar o PGR sem passar por essa etapa é predispor-se a um resultado bem inferior ao passível de ser alcançado. É conveniente destacar que essa qualificação profissional básica não é uma exigência específica do PGR, e sim, do processo operacional geral de uma planta de risco e, por esse motivo, essa qualificação profissional básica não está sendo colocada como uma exigência específica da execução do PGR.

5.5.2. Hierarquia das medidas preventivas / corretivas

No estabelecimento das medidas de um PGR para redução dos riscos não-aceitáveis em aceitáveis, é importante ter em mente a hierarquia das medidas a serem tomadas.

Em primeiro lugar, obviamente, as medidas para reduzir a probabilidade da ocorrência devem ser prioritárias sobre as medidas para reduzir a amplitude das conseqüências, uma vez que aquelas evitam a ocorrência do evento danoso, enquanto que estas últimas apenas minimizam as conseqüências.

De uma forma genérica, pode-se dizer que existem várias alternativas de ações preventivas que podem ser tomadas, umas mais, outras menos eficazes. Independente da medida adotada, o importante é que, como resultado, tenhamos um Nível de Risco considerado aceitável.

Logicamente, devemos optar, prioritariamente, pelas medidas mais eficazes porque a confiabilidade do resultado é sempre maior. Nesse sentido, as ações preventivas podem ser classificadas em quatro níveis no que se refere à natureza dessas medidas e, de certa forma, à eficácia.

- *Eliminação*

As medidas dessa categoria são as mais eficazes porque, absolutamente, elas eliminam totalmente o risco. É o caso, por exemplo, da substituição de um produto tóxico por outro não tóxico. Sempre que possível essas medidas devem ser tomadas prioritariamente.

- *Minimização*

As medidas não eliminam, mas minimizam o risco a um nível aceitável através da diminuição da probabilidade de ocorrência ou da amplitude da conseqüência. O EPI – Equipamento de Proteção Individual é um exemplo de minimização da amplitude da conseqüência do risco. Sabe-se que o uso de óculos de segurança não impede o acidente, ou seja, não impede o lançamento do objeto esvoaçante, porém, pode evitar que esse objeto venha o ferir o olho. Por outro lado, a implantação de um Sistema Operacional Redundante / Prova Falhas é uma medida que minimiza o risco através da diminuição da probabilidade da ocorrência.

- *Enclausuramento*

O risco é enclausurado, ou seja, circunscrito a um ponto ou região que não causa danos. É o caso de proteção das partes móveis das máquinas.

- *Isolamento*

O risco é isolado, ou seja, é colocado em um lugar de acesso restrito. É o caso, por exemplo, da instalação do parque de tanques afastado da área produtiva, com acesso limitado a apenas algumas pessoas autorizadas.

Conhecida a metodologia para execução de um PGR, e a hierarquia das medidas preventivas, vamos analisar, resumidamente, as ações que podem ser tomadas para cada um dos sistemas do PGR.

5.6. Verificação do PGR

Uma vez implantadas as medidas corretivas / preventivas, os resultados devem ser avaliados continuamente.

O processo de verificação deve se estender ao sistema estratégico, do pessoal, do gerenciamento, dos recursos físicos e operacionais e, por isso, deve abranger ações como inspeções aleatórias ou planejadas, auditorias, revisões dos processos, análises de riscos, análises críticas da alta administração, entre outras.

Os resultados da verificação são indispensáveis para a adoção de medidas para prevenir riscos imediatos e para subsidiar as ações de melhoria contínua / inovação, última etapa do PGR conforme veremos a seguir.

5.7. Melhoria Contínua / Inovação

Por melhoria contínua entendemos aquela melhoria dentro do sistema, às vezes apenas incremental, e sem maiores alterações nos próprios sistemas, processo ou operações. Por inovação, entende-se aquela mudança mais drástica que altera o sistema, o processo ou as operações. Ações especificamente projetadas e planejadas de melhoria contínua / inovação devem ser efetivadas de

modo que o PGR, como um todo, evolua continuamente. As ferramentas que podem ser utilizadas para propiciar a melhoria contínua / inovação são a qualificação profissional, o desenvolvimento tecnológico, a pesquisa bibliográfica, inclusive pela "Internet", a participação em cursos, seminários de atualização e, logicamente, a formação de uma mentalidade interna para a melhoria contínua / inovação.

É preciso distinguir as ações de melhoria contínua / inovação das ações de controle das não-conformidades. Quando ocorre uma não-conformidade de qualquer natureza, ela deve ser analisada, suas causas determinadas e medidas corretivas / preventivas adotadas. Essa ação não é considerada como parte do processo de melhoria contínua, mas como parte de processo de controle de desvios. A melhoria contínua / inovação é o processo que provoca um aprimoramento dos resultados em relação a uma situação anterior.

6. CONCLUSÃO

O sucesso das atividades industriais relacionadas com a química exige a existência de um Sistema de Gestão Ambiental eficaz. Dentro deste, a Gestão de Riscos é uma exigência legal, para a maioria das atividades, e uma poderosa ferramenta, uma vez que permite avaliar, dentro de critérios científicos, a probabilidade de ocorrência de não conformidades e a sua magnitude, permitindo planejar ações, montar equipes e agir em emergências.

A metodologia da Análise de Risco constitui na identificação, avaliação da freqüência e magnitude de prováveis acidentes, de forma a gerenciar os riscos ambientais inerentes às atividades do empreendimento.

Bibliografia

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). "*Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos da CETESB*" (P4.261). São Paulo, Maio,2003.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). "*General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR Part 68)*". Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office. July, 1998. (EPA 550B-98-003).

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (FEEMA). "*Análise de Riscos*". Disponível em: http://www.feema.rj.gov.br/analise_risco.htm. Pesquisa realizada em 10 de setembro de 2005.

O Autor:

Wanderley da Costa Feliciano

Engenheiro Químico formado pela FAAP em 1982. Pós Graduado em Engenharia de Materiais pela UFSCar e em Administração de Empresas e Marketing pelo CEAG FGV. Realizou diversos cursos de especialização na área de Meio Ambiente Industrial.

Colaborou para as empresas Saint Gobain (Santa Marina), Ipako Polisur, Politeno e PEPASA, tendo atuado nas áreas de Meio Ambiente, Gerência Geral, Gerência de Desenvolvimento de Negócios, Gerência de Marketing, Gerência de Produtos, Coordenação de Utilidades, R&D, entre outras.

Atualmente atua como sócio diretor da Holos Gestão, empresa de prestação de serviços consultivos focada no setor privado que atua nas áreas de Gestão de Negócios, Meio Ambiente, Saúde e Segurança Ocupacional e Qualidade.

Possui mais de dez anos de experiência na área ambiental, tendo prestado consultoria para diversas empresas e entidades, como Usina da Pedra, Mahle, SIAMIG, ABIVIDRO, DTCOM, Gehaka, Benzoatos, Petrosul, Beckins, Águas Prata, IEV, Petrobiglia, Brasoil, Petrocap, Cebrarcon, Santher, Química Supply, EPT-Ne Comtrol.

.