



# **A Importância dos Planos de Emergência no Gerenciamento de Risco**

**Daniella Beatriz Carneiro Gonçalves**

## **Monografia**

**Orientador**

**Prof. Carlos André Vaz Júnior, D.Sc.**

**Janeiro de 2018**

# **A IMPORTÂNCIA DOS PLANOS DE EMERGÊNCIA NO GERENCIAMENTO DE RISCO**

*Daniella Beatriz Carneiro Gonçalves*

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

---

---

---

Orientado por:

---

Carlos André Vaz Júnior, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Janeiro de 2018

Gonçalves, Daniella Beatriz Carneiro.

A importância dos planos de emergência no gerenciamento de risco /Daniella Beatriz Carneiro Gonçalves Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2018.  
xii, 67 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2018.

Orientador: Carlos André Vaz Júnior

1. Acidentes de grande porte. 2. Gerenciamento de Risco. 3. Planos de Emergência. 4. Monografia. (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Carlos André Vaz Júnior. I. A importância dos planos de emergência no gerenciamento de risco.

A Deus e a meus pais, que sempre foram meu porto  
seguro e estiveram presentes em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, que em todos os momentos esteve ao meu lado e me deu força, sem ele, não estaria vivendo esse momento agora. Aos meus pais, que não pouparam esforços para me proporcionar o melhor, me acalmando, aconselhando e segurando firme quando eu já não conseguia. Também agradeço a minha irmã, colega de formação, que sempre me ajudou na medida que pode com explicações, conselhos e puxões de orelha. A meus tios e primos que me proporcionaram risadas e nunca deixaram de acreditar no meu potencial. A minha avó Alice, que sempre me acalentou e, mesmo não entendendo minhas dores, sempre rezou e pediu a Deus por mim. A meus avós falecidos, José, Deolinda e Mario, que não estão mais por aqui, mas sempre torceram por mim e acreditaram que eu chegaria aonde estou hoje, as saudades são enormes e sei que estão felizes por mim agora.

Não poderia deixar de agradecer aos professores que me guiaram e conduziram ao longo desse curso. Em especial, ao meu orientador, Carlos André Vaz Junior, que além de professor foi um amigo, me auxiliando na execução deste trabalho com muita paciência e carinho.

Às minhas amigas do trabalho, Vanessa, Yasmina e Elisa, que me acompanharam durante meu estágio e na execução deste trabalho, oferecendo ajuda e dicas sempre que puderam.

Aos meus amigos da escola, Ana Gabriela, Alessandra, Fernanda, Ygor, Dennis e Gabriel, que compartilharam do meu sonho de cursar engenharia química e me acompanharam durante esse tempo sempre presentes.

Com o coração cheio de saudade, agradeço também aos amigos que fiz na Escola de Química, àqueles que viveram essa longa jornada comigo. Em especial, meu “muito obrigada” a Gustavo, Vivi, Mônica, Alice, Natália, Débora, Douglas, João e Pedro Guido, por compartilharem comigo seus conhecimentos e serem amigos fundamentais nessa jornada, mesmo fora da sala de aula.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação. Guardo todas as lembranças na memória e a gratidão por ter encontrado e reforçado amizades tão especiais ao longo desses anos.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.  
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”*

*(Madre Tereza de Calcutá)*

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

## **A IMPORTÂNCIA DOS PLANOS DE EMERGÊNCIA NO GERENCIAMENTO DE CRISE**

Daniella Beatriz Carneiro Gonçalves

Janeiro, 2018

Orientador: Prof. Carlos André Vaz Júnior, D.Sc.

Os acidentes de grande porte, ocorridos nas décadas de 70 e 80, trouxeram impactos significativos do ponto de vista econômico e de imagem para a indústria química. Esses impactos geraram uma pressão crescente da sociedade que buscava explicações e mudanças. Em meio a esse clima instável, a indústria química mundial passou a repensar suas estratégias de segurança e relacionamento com o público, levando a uma mudança de perfil do segmento.

Esse contexto de mudanças, somado a crescente complexidade industrial, a necessidade de novos projetos, e cada vez maiores requerimentos das entidades regulatórias, exigiu que as empresas aprimorassem seus processos de análise e gerenciamento de risco, garantindo uma gestão que evitasse acidentes. Em meio a acordos internacionais e convenções, associações como a *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) começaram a moldar guias para gerenciamento de segurança de processos com significativa relevância e abrangência internacional.

O presente trabalho traz a proposta de estudar o Sistema de Segurança Baseado em Risco (RBPS), criado pelo CCPS, dando foco a elaboração de um eficiente sistema de gestão de emergência. Dessa forma, caminhos são propostos as indústrias e empresas que não dispõem de planos de ação para emergência ou que dispõem de planos pouco eficazes para que elas consigam melhorar seu gerenciamento de segurança.

É sugerida uma metodologia facilitadora, denominada Mapa Crítico, elaborada pela Marinha, que resume objetivamente em um quadro, os aspectos mais relevantes para combate a uma crise, contribuindo para a elaboração do plano de emergência.

Dado o exposto, o gerenciamento eficiente de emergência ajuda a reduzir os riscos de um acidente, assim como o prejuízo econômico gerado. Isso é possível, pois soluções bem pensadas, podem agilizar retomadas do procedimento operacional, além de poupar e administrar bem os recursos disponíveis.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Objetivos .....	2
1.2	Organização do trabalho .....	2
2	ACIDENTES INDUSTRIAIS DE GRANDE PORTE .....	4
2.1	Acidente de Flixborough .....	4
2.2	Acidente de Seveso .....	8
2.3	Acidente de Bhopal .....	12
2.4	Acidente de Barueri .....	14
3	DIRETRIZES DO SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS (PSM) .....	21
3.1	Histórico.....	21
3.2	Pilares e Elementos do Sistema RBPS .....	22
3.2.1	Compromisso com a Segurança de processo.....	25
3.2.1.1	<i>Cultura de segurança de processos</i> .....	25
3.2.1.2	<i>Atendimento as Normas</i> .....	25
3.2.1.3	<i>Competência em Segurança de Processo</i> .....	27
3.2.1.4	<i>Envolvimento da Força de Trabalho</i> .....	27
3.2.1.5	<i>Atendimento as Partes Interessadas</i> .....	28
3.2.2	Entender Perigos e Riscos .....	28
3.2.2.1	<i>Gestão de Conhecimento de Processos</i> .....	28
3.2.2.2	<i>Identificação dos Perigos e Análise de Riscos (HIRA)</i> .....	29
3.2.3	Gerenciar Riscos.....	30
3.2.3.1	<i>Procedimentos Operacionais:</i> .....	30
3.2.3.2	<i>Práticas de Trabalho Seguro</i> .....	31
3.2.3.3	<i>Confiabilidade e Integridade Mecânica</i> .....	31
3.2.3.4	<i>Gestão das Contratadas</i> .....	32
3.2.3.5	<i>Treinamento e Acompanhamento de Desempenho</i> .....	32
3.2.3.6	<i>Gestão de Mudanças (MOC)</i> .....	33
3.2.3.7	<i>Prontidão Operacional</i> .....	33
3.2.3.8	<i>Condução das Operações</i> .....	34
3.2.3.9	<i>Gestão de Emergência</i> .....	35
3.2.4	Aprendendo com a Experiência.....	35
3.2.4.1	<i>Investigação de Acidentes</i> .....	35
3.2.4.2	<i>Métricas e Indicadores</i> .....	35



3.2.4.3	<i>Auditoria</i> .....	38
3.2.4.4	<i>Análise de Gestão e Melhoria Contínua</i> .....	38
4	<b>SISTEMA DE GESTÃO DE EMERGÊNCIA</b> .....	39
4.1	Identificação dos cenários de acidentes baseados em perigos .....	39
4.2	Avaliação dos cenários plausíveis de acidentes .....	40
4.3	Seleção dos cenários de planejamento .....	40
4.4	Desenvolvimento de planos escritos de resposta: elaboração do mapa crítico .....	41
4.4.1	Definição do evento crítico .....	42
4.4.2	Definição dos cenários críticos .....	43
4.4.3	Identificação das consequências da crise .....	43
4.4.4	Relacionamento das atividades críticas .....	43
4.4.5	Identificação dos recursos críticos .....	44
4.4.6	Identificação dos parceiros essenciais .....	45
4.4.7	Identificação dos custos financeiros .....	46
4.5	Transformação do mapa crítico em plano de resposta .....	46
4.5.1	Definição do plano de comando e controle .....	47
4.5.2	Cronograma das atividades críticas .....	49
4.5.3	Elaboração dos planos de ação dos parceiros essenciais .....	50
4.5.4	Elaboração dos planos das atividades críticas .....	50
4.6	Atividades complementares ao planejamento de resposta .....	51
4.6.1	Comunicação social .....	51
4.6.2	Apoio jurídico .....	52
4.6.3	Fornecimento e manutenção de instalações físicas e equipamentos .....	52
4.6.4	Treinamento e Simulados .....	52
4.6.5	Revisão periódica dos planos e realização de auditorias .....	53
5	<b>ESTUDO DE CASO DE ELABORAÇÃO DE MAPA CRÍTICO</b> .....	55
5.1	Evento crítico .....	55
5.2	Cenários críticos .....	55
5.3	Aspectos .....	56
5.3.1	Sociais .....	56
5.3.2	Estruturais .....	56
5.3.3	Ambientais .....	56
5.4	Atividades críticas .....	56
5.5	Parceiros essenciais .....	57
5.6	Custos financeiros .....	58

5.7	Mapa crítico .....	60
6	CONCLUSÃO .....	63
	REFERÊNCIAS .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto dos reatores da planta de caprolactama, antes da retirada do reator 5. ....	5
Figura 2: Ilustração da sequência dos reatores, após retirada do reator 5. ....	5
Figura 3: Esquema representativo da linha provisória segura por andaimes.....	6
Figura 4: Esquema representativo do rompimento da tubulação inserida no local do reator de número 5. ....	6
Figura 5: Foto da planta destruída após o acidente. ....	7
Figura 6: Principais regiões afetadas pelo acidente de Seveso.....	10
Figura 7: Animais sacrificados durante acidente em Seveso. ....	10
Figura 8: Criança com efeito de cloracne, resultante do acidente de Seveso.....	11
Figura 9:Desastre de Bhopal.....	13
Figura 10:Novas gerações ainda sofrendo os efeitos do desastre químico de Bhopal. ....	14
Figura 11:Esquema da área próxima a perfuração da dutovia.....	15
Figura 12: Esquema da perfuração do poliduto em Barueri. ....	15
Figura 13: Bombeiros combatendo a nuvem de GLP com uma nuvem de neblina d'água. ....	18
Figura 14: Dano casado ao duto pela perfuração da empreiteira. ....	19
Figura 15: Linha temporal do histórico de criação do gerenciamento RBPS. ....	22
Figura 16:Pilares e elementos constituintes do RBPS.....	23
Figura 17: Exemplo de um formulário HAZOP em uma indústria. ....	30
Figura 18: Pirâmide de Segurança de Processo.....	37
Figura 19:Diagrama em blocos das etapas do Sistema de Gestão de Emergência.....	39
Figura 20: Exemplo de uma Matriz de Risco. ....	41
Figura 21: Estrutura do mapa crítico. ....	42
Figura 22: No cenário A cada atividade combate uma consequência diferente, no cenário B a atividade crítica 2 consegue minimizar tanto a consequência A quanto a B.....	44
Figura 23: O cenário A mostra diferentes recursos sendo necessários para a realização de 1 atividade, enquanto o cenário B mostra um único recurso sendo usado para diversas atividades. ....	45
Figura 24: Níveis organizacionais do Plano de comando do plano de resposta.....	48
Figura 25: Cenário A mostra atividades realizada em sequência, enquanto o cenário B mostra atividades que podem ser executadas em paralelo. ....	49
Figura 26: Representação do Modelo Gráfico de Gantt. ....	50

Figura 27: Representação da metodologia Bow tie. ....	54
Figura 28: Fluxo e interdependência das atividades críticas no vazamento de GLP. ....	57
Figura 29: Mapa Crítico para um caso análogo ao vazamento em Barueri. ....	61

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Comparação dos elementos do RBPS com os elementos do PSM original. ....	24
Tabela 2: Exemplos de Padrões, Códigos e Leis de Segurança de Processo Americanas e internacionais.....	26

## 1 INTRODUÇÃO

A busca de tecnologias e novos meios de atender as demandas populacionais sempre foi o foco do desenvolvimento. A crescente complexidade da indústria, a demanda por novos projetos e a corrida contra o tempo levaram a um desenvolvimento e crescimento industrial rápido, onde aumentou, na mesma proporção, o risco aos seres humanos expostos. Nas indústrias químicas, esses riscos são associados as substâncias químicas produzidas, que possuem características de: toxidez, inflamabilidade, corrosibilidade, capazes de provocar danos ambientais e a saúde humana (FONTES *et al.*, 2015).

Ao mesmo tempo que a escala de produção industrial aumentou, observou-se um aumento na frequência e gravidade dos acidentes químicos nessas atividades. De acordo com um estudo sobre grandes acidentes no mundo, onde foram levantados aqueles com mais de cinco óbitos ocorridos no período entre 1945 e 1989, divulgou-se um total de 293, dos quais 135 (47%) ocorreram no transporte de produtos perigosos, 118 (40%) na produção industrial, 33 (11%) em tubulações e 7 (2%) em atividades de ocorrência desconhecida (FREITAS, C.M; PORTO, M. F. S; & MINAYO GOMEZ, 1995).

Consequentemente, após a ocorrência dos acidentes de Flixborough (Inglaterra) e Seveso (Itália) que provocaram elevado número de mortes e agressões ao meio ambiente, a Comunidade Econômica Europeia (CEE) adotou uma série de providências com vista a prevenir acidentes tecnológicos ou industriais. O primeiro grande acordo internacional sobre esse tema foi a Diretiva de Seveso, realizada em 1982. A Diretiva buscava prevenir acidentes de grande porte, implementando programas preventivos (FONTES *et al.*, 2015). Em outubro de 1996, a Diretiva passou a tratar de itens como: substâncias ecotóxicas, planos internos e externos, sistemas de gestão e relatórios de segurança. Essa complementação modificou a diretiva que ficou conhecida como Diretiva de Seveso II (FONTES *et al.*, 2015)

Infelizmente, acidentes continuavam a acontecer, como o acidente de Bhopal, gerando milhares de mortes e chocando o mundo. Assim, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) criou a Convenção 174 na 80ª sessão da Conferência Geral em 1993. Essa Convenção sinalizou a preocupação internacional com relação aos acidentes de grande porte, estimulando a elaboração de leis nacionais que destacassem a preocupação com a segurança do trabalho. No

âmbito internacional, trouxe uma preocupação ética, promovendo ações voltadas para os direitos humanos dos afetados e para a justiça social (BARBOSA, 2009).

Além da Convenção 174, foi criado também o *Awareness and Preparedness for Emergencies at local level* (APELL: Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais), programa criado pelo Departamento de Indústria e Meio ambiente (IEO) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em cooperação com a Associação das Indústrias Químicas dos Estados Unidos (CMA) e o Conselho Europeu das Federações das Indústrias Químicas (CEFIC) (FONTES, *et al.*, 2015). O APELL é um programa de ação cooperativa, que busca conscientizar e preparar a comunidade para situações de emergência. Trata-se de um programa totalmente direcionado para os perigos industriais e a movimentação de materiais de risco na comunidade local.

O APELL, e outros programas, tem seu foco na resposta a emergência, na organização de ações que são postas em prática em situações críticas, ou seja, após o evento acidental ocorrer.

## **1.1 Objetivos**

Este trabalho tem o objetivo de detalhar como é feita a gestão de emergência e a elaboração de um plano de resposta eficiente.

## **1.2 Organização do trabalho**

O capítulo 2 traz sua contextualização, explicando o motivo que levou ao surgimento de convenções, diretivas, normas e gerenciamentos de segurança. Essa contextualização é feita a partir do detalhamento de alguns acidentes de grande porte e o levantamento dos erros e negligências cometidos que geraram a crise e causaram graves consequências.

O capítulo 3 detalha os pilares e elementos constituintes do gerenciamento RBPS, o programa de gerenciamento de segurança de processos baseado em risco (*Risk Based Process Safety*) do CCPS. O RBPS é composto por 4 pilares e 20 elementos que guiam toda a gestão de risco.

O capítulo 4 foca, especificamente, no elemento “gestão de emergência” do gerenciamento RBPS. Esse foco tem o objetivo de detalhar os passos para um planejamento

eficaz e metodologias que podem ser aplicadas para facilitar a elaboração do plano de resposta, como a construção de um mapa crítico.

No capítulo 5, a metodologia do mapa crítico, explicada no capítulo 4, é aplicada a um caso análogo ao acidente de Barueri, ocorrido em São Paulo, exemplificando o método detalhado.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as principais conclusões obtidas e recomendações para futuras pesquisas.



## 2 ACIDENTES INDUSTRIAIS DE GRANDE PORTE

A falha em processos industriais pode representar um problema altamente custoso e perigoso. Ao longo do século XX, mais de 150 acidentes de grande porte industriais ao redor do mundo trouxeram significativa preocupação e visibilidade para a questão de segurança de processos e planejamento de emergência (LESS, 1989).

Os acidentes de Flixborough e de Seveso, ocorridos na década de 70, são considerados marcos para a conscientização e o surgimento de políticas voltadas para segurança de processos. Eles são os principais acidentes que inicialmente incentivaram a elaboração dessas normas e, por isso, são destacados neste trabalho.

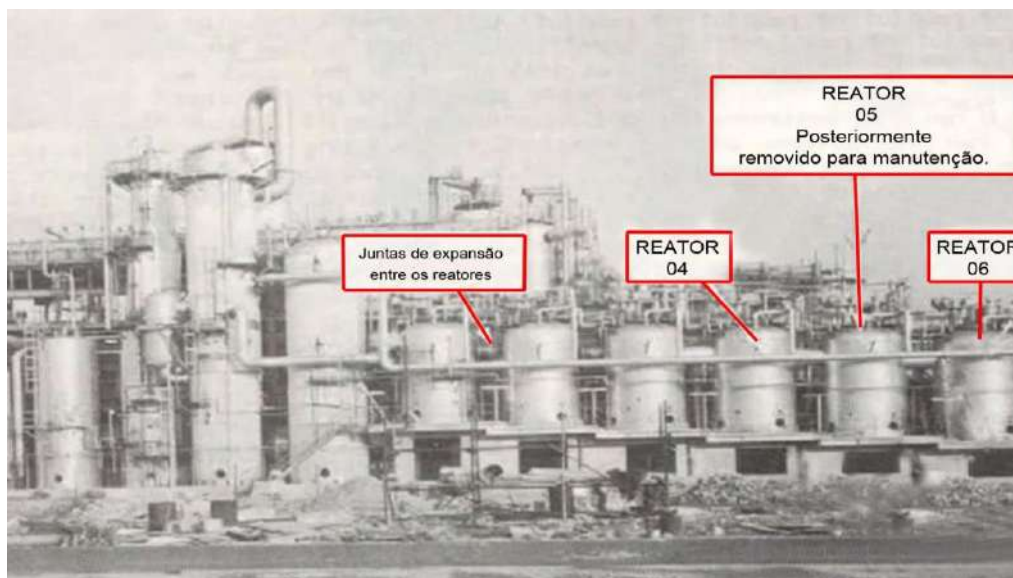
Além desses, outros dois acidentes também são descritos neste capítulo: Bhopal, na Índia (1984) e o acidente envolvendo dutovia próxima a Barueri em São Paulo (2001). Bhopal é, entre outros fatores, um exemplo de falha na execução e gestão de emergência. Serve de exemplo das consequências que podem ser geradas a partir disso. Enquanto Barueri é um exemplo de êxito na execução e gestão do plano de emergência, onde controlou-se os perigos do acidente e reduziu-se ao máximo a severidade dos eventos.

### 2.1 Acidente de Flixborough

Em 1974 no condado de Humberside, nordeste da Inglaterra, encontrava-se instalada a planta de produção de caprolactama na fábrica *Nypro Factory Ltda* (LESS, 1989).

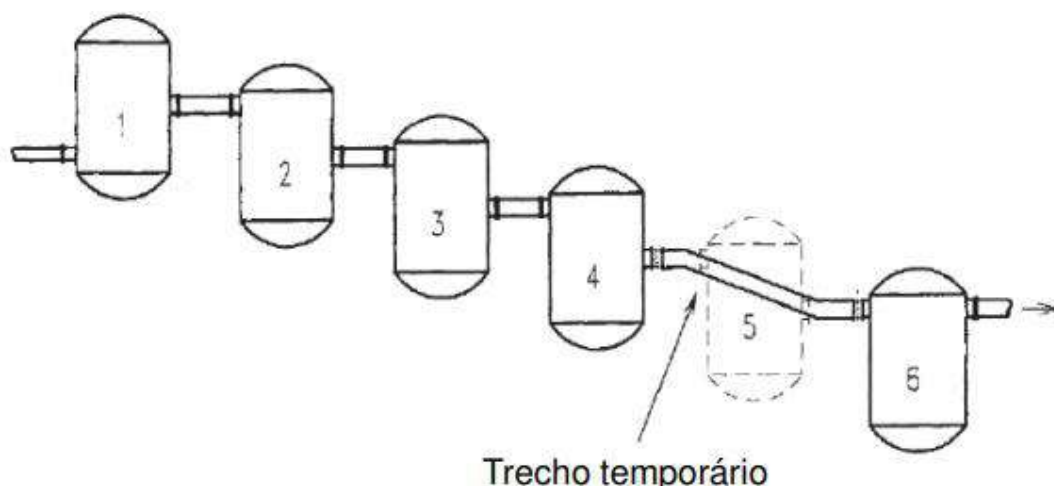
A rota utilizada para produzir caprolactama consistia na oxidação de ciclohexano em ciclohexanona e ciclohexanol a partir da injeção de ar usando um catalisador. Na sequência, uma destilação era realizada para separar o ciclohexano não reagido da ciclohexanona e ciclohexanol. O ciclohexano era reciclado no processo e os produtos formados da oxidação seguiam para serem convertidos em caprolactama (LESS, 1989).

A planta do processo era composta de seis reatores em série com cada reator em nível mais baixo que o antecedente para facilitar o escoamento do reator 01 ao 06, através de tubos conectores (LESS, 1989), o que pode ser visualizado na *Figura 1* e na *Figura 2*.



**Figura 1** - Foto dos reatores da planta de caprolactama, antes da retirada do reator 5.

Fonte: Adaptado de Ferreira (2013a)



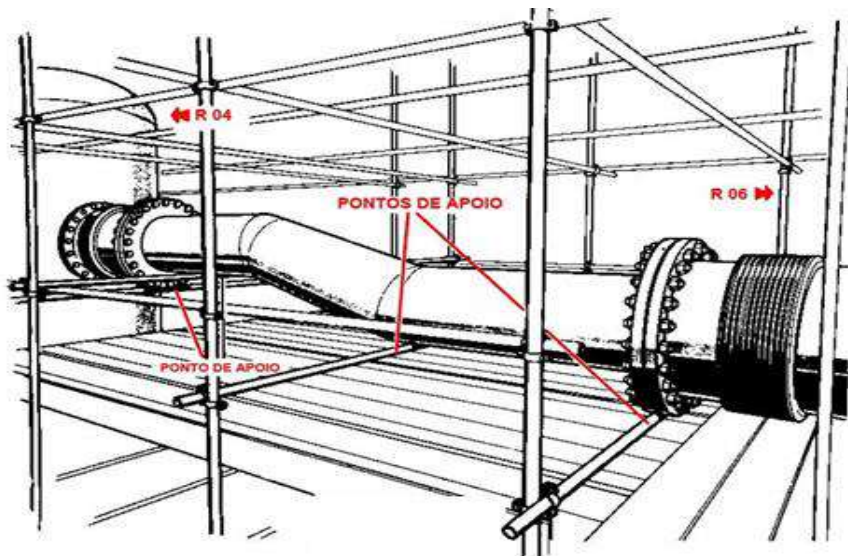
**Figura 2** - Ilustração da sequência dos reatores, após retirada do reator 5.

Fonte: Adaptado de Vaz Junior (2015)

A necessidade de manutenção do vaso do reator 5 levou a retirada deste reator e instalação, em seu lugar de uma tubulação temporária (*bypass*) de 20 polegadas com dois cotovelos, devido à diferença de nível. As juntas de expansão já existentes foram mantidas nas extremidades (LESS, 1989). A solução temporária pode ser verificada na *Figura 3*.

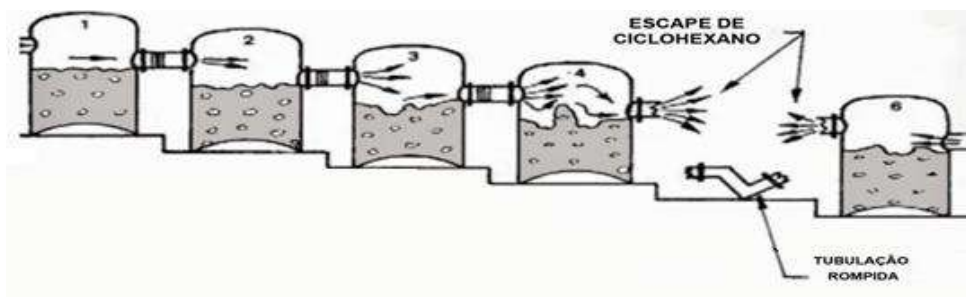
A solução temporária mostrou-se funcional ao longo de alguns dias, permitindo que a planta operasse mesmo sem o reator 5 instalado. Contudo, em 1º de Junho de 1974, ocorreu uma ruptura na tubulação de 20 polegadas, conforme apresentado na *Figura 4*. A estrutura instalada para a sustentação do duto, que foi feita por andaimes, não suportou a sua

movimentação, consequência da vibração a que o tubo foi submetido enquanto operava (LESS, 1989).



**Figura 3** - Esquema representativo da linha provisória segura por andaimes.

Fonte: Adaptado de Ferreira (2013a)



**Figura 4** - Esquema representativo do rompimento da tubulação inserida no local do reator de número 5.

Fonte: Adaptado de Ferreira (2013a)

O rompimento da linha liberou aproximadamente 50 toneladas de ciclohexano a 150°C para a atmosfera (LESS, 1989). O material vaporizou e gerou uma enorme nuvem inflamável que logo encontrou uma fonte de ignição, provavelmente o forno da planta de hidrogênio que era vizinho à fábrica, gerando uma grande explosão (LESS, 1989).

De acordo com Ferreira (2013a), no momento da explosão, a fábrica apresentava um elevado inventário de substâncias perigosas:

- 1.250.000 litros de ciclohexano;
- 250.000 litros de nafta;

- 42.000 litros de metilbenzeno;
- 100.000 litros de benzeno;
- 1.700 litros de gasolina.

Segundo estudos realizados, cerca de 1.800 habitações e 167 estabelecimentos comerciais em uma área de 13 km do local foram danificados (PASCON, 2000). Os incêndios resultantes da explosão assolaram a área por mais de 10 dias e mais de 104 pessoas ficaram feridas. O número de mortes chegou a 28, sendo 18 trabalhadores do centro de controle de operação, em razão do colapso do edifício. O acidente somente não gerou mais danos, pois não ocorreu durante a semana, situação cujo o resultado poderia chegar a mais de 500 vítimas (PASCON, 2000). De acordo com Ferreira (2013a) estima-se que esse acidente tenha gerado um prejuízo de US\$ 412 milhões. A explosão pôde ser ouvida a 25 km de distância (FERREIRA, 2013a). O resultado pode ser visto na *Figura 5*.



**Figura 5** - Foto da planta destruída após o acidente.

Fonte: Ferreira (2013a)

Segundo Less (1989), com a finalidade de retornar imediatamente a produção, a solução temporária não foi totalmente testada antes de reiniciar a operação da planta. Algumas adaptações inadequadas foram realizadas. A utilização de uma tubulação temporária de 20 polegadas conectadas aos reatores 04 e 06, que possuíam abertura de 28 polegadas, assim como testes de pressão realizados apenas a uma pressão de 9Kgf/cm<sup>2</sup>, e não no valor limite de segurança da válvula, de 11 Kgf/cm<sup>2</sup>, são possíveis causas do acidente

(LESS, 1989). Deficiências no gerenciamento de mudanças ficaram claras neste evento acidental. Less (1989) afirma que a pressão de operação no reator, no momento do acidente, estava acima da pressão normal de operação de 8,8 Kgf/cm<sup>2</sup>. Além disso, o acionamento da válvula vent para aliviar a pressão, não foi realizado (LESS, 1989).

Adicionalmente, Ferreira (2013a) conclui que deixar a tubulação apoiada por andaimes, e não sustentada, foi outro erro verificado. As juntas de expansão em cada extremidade permitiam que o tubo oscilasse, torcesse e vibrasse quando a pressão excedia um pouco os níveis normais. Além disso, no momento que foi realizada a retirada do reator, não havia engenheiro qualificado na planta. Conforme Pascon (2000), o profissional que colocou o *bypass* não tinha experiência com tubulações de diâmetros maiores operando a altas tensões (150°C e 10kg/cm<sup>2</sup>). Nenhum especialista foi contratado para tratar do caso.

Outro erro verificado está relacionado ao layout da planta: apresentando setores de fabricação mesclados com escritórios administrativos (LESS, 1989). Essa configuração colocava pessoas trabalhando em zonas de risco sem necessidade. De acordo com Ferreira (2013), os escritórios apresentavam ainda construção leve, ou seja, imprópria para uma localização tão próxima à planta.

Por muitos anos, o acidente de Flixborough foi considerado o mais severo da Indústria Química ocorrido no Reino Unido. Após o acontecimento, ele serviu como incentivo para a criação, no mesmo ano, em Londres, do *Advisory Committee on Major Hazards* a fim de evitar que acidentes desse porte se repetissem.

## **2.2 Acidente de Seveso**

Em 10 de julho de 1976 na cidade de Seveso na Itália, um reator da indústria farmacêutica ICMESA, pertencente a multinacional suíça *Hoffmann-La Roche*, localizada na cidade de Meda, liberou vários quilogramas da dioxina TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina) na atmosfera (CENTEMERI, 2010).

O processo de produção da dioxina TCDD era baseado na mistura de três reagentes dentro do reator: etilenoglicol, tetraclorodibenzeno e hidróxido de sódio. O controle do volume do reator era feito utilizando controladores de nível, para saber a quantidade exata de produto (LESS, 1989). Devido a reação ser exotérmica, elevando a temperatura e,

consequentemente, elevando a pressão dentro do reator, existia um sistema de refrigeração com água, que era acionado manualmente no painel de controle (LESS, 1989).

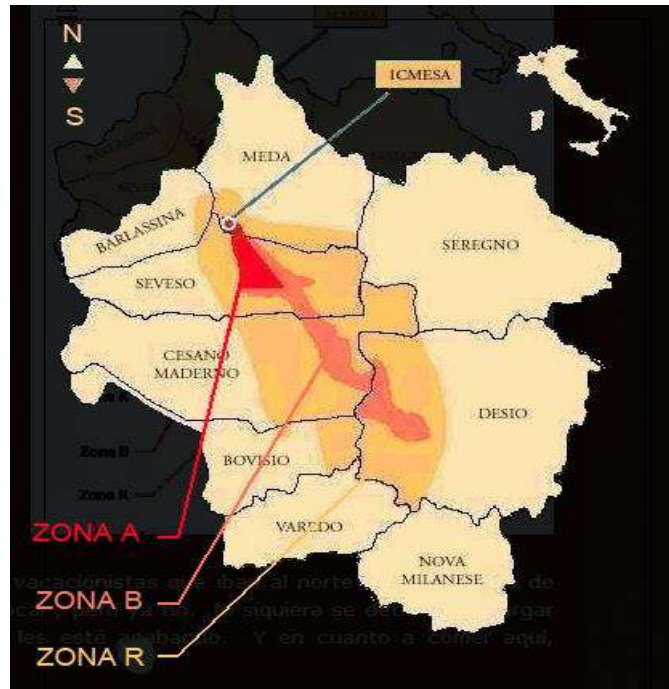
Por volta de 12h30m de um sábado, quando não havia operadores na fábrica e erroneamente os três componentes haviam sido deixados dentro do reator, ocorreu uma reação exotérmica espontânea inesperada. A temperatura começou a subir e, como não havia operadores para acionar a refrigeração, a pressão subiu demais, momento em que a válvula Vent se abriu automaticamente. Nesse momento, uma nuvem tóxica de dioxina foi liberada na atmosfera, contaminando 3,20 km<sup>2</sup> e atingindo milhares de pessoas e animais (LESS, 1989).

A fábrica não tinha sistema de advertência, nem planos de alarme à população. O prefeito local foi avisado do acidente com 27 horas de atraso e não foi informado que se tratava do vazamento de uma dioxina. Os pássaros, que passavam pela nuvem de dioxina, começaram a cair do céu e as crianças foram hospitalizadas com diarreias, enjoos e irritação na pele. Apenas 9 dias após o acidente, cogitou-se a considerar a dioxina como tendo sido o composto vazado (CENTEMERI, 2010).

Segundo Ferreira (2014), não se sabe o motivo para os reagentes estarem misturados no reator em um sábado, quando a planta não estava em operação. Entretanto, acredita-se que a produção foi paralisada no meio de um ciclo e como a reação exotérmica é espontânea e o controle manual, o processo ficou sem controle (LESS, 1989). Ferreira (2014) afirma ainda que a válvula Vent foi acionada automaticamente a fim de evitar uma explosão, que causaria consequências piores, e não por defeito. Entretanto, o grande problema foi a liberação da dioxina através da válvula de alívio diretamente para a atmosfera e não para um local seguro, como um vaso de contenção por exemplo. De acordo com a Comissão Parlamentar de Inquérito sobre o desastre, o acidente esteve relacionado a falta de investimentos na segurança das instalações da fábrica (CENTEMERI, 2010).

O produto espalhou-se por grande área na planície Lombarda, entre Milão e o Lago de Como, atingindo majoritariamente a cidade de Seveso, conforme elucidado na *Figura 6*. A região denominada Zona A, com uma área de 1,08 km<sup>2</sup>, apresentou concentrações variando de 240 µg/m<sup>2</sup> até 5.000 µg/m<sup>2</sup> da dioxina TCDD, a zona B (2,69 km<sup>2</sup>) apresentou concentrações de 3 µg/m<sup>2</sup> até 43 µg/m<sup>2</sup> e a zona R (14,3 km<sup>2</sup>) concentrações variando de um valor indeterminado até 5 µg/m<sup>2</sup> (LESS, 1989).





**Figura 6** - Principais regiões afetadas pelo acidente de Seveso.

Fonte: Ferreira (2014)

De acordo com Ferreira (2014), cerca de 3.000 animais morreram e outros 70.000 foram sacrificados para evitar a entrada da dioxina na cadeia alimentar (Figura 7). Todo o solo contaminado foi removido e lacrado em duas bacias de concreto do tamanho de um estádio de futebol. O conteúdo do reator foi guardado em 41 galões para tratamento final (FERREIRA, 2014).



**Figura 7** - Animais sacrificados durante acidente em Seveso.

Fonte: Ferreira (2014)

Segundo Kleine-Brockhoff (2013), não se tem registro de mortes de pessoas vinculadas ao acidente. Cerca de 736 pessoas foram evacuadas, sendo que 511 retornaram

para as suas casas no final de 1977. As que moravam na Zona A perderam suas residências, em função do nível de contaminação existente naquela área, a qual permaneceu isolada por muitos anos. Segundo Ferreira (2014), estima-se que os custos na operação de evacuação das pessoas e na remediação das áreas contaminadas foram da ordem de US\$ 10 milhões.

Um total de 193 pessoas, muitas crianças, sofreram de cloracne (*Figura 8*), doença de pele causada pelo contato com a dioxina, e outros sintomas (KLEINE-BROCKHOFF, 2013).



**Figura 8** - Criança com efeito de cloracne, resultante do acidente de Seveso.

Fonte: Adaptado de Ferreira (2014)

O número de problemas cardíacos e vasculares em Seveso aumentou consideravelmente. Os casos de morte por leucemia duplicaram, e triplicaram-se as ocorrências de tumores cerebrais. Os casos de câncer do fígado e da vesícula multiplicaram-se por dez vezes e aumentou o número de mortes em decorrência de doenças de pele (FERREIRA, 2014).

O acidente de Seveso, somado a acidentes industriais anteriores, como Flixborough, leva ao surgimento da Diretiva de Seveso. A Diretiva mapeava as zonas industriais na União Europeia a fim de controlar os riscos de acidentes. Com o passar dos anos, essa Diretiva foi modificada e ampliada a fim de atender as novas exigências de Segurança.

Apesar do surgimento e maior divulgação de políticas de segurança, além da conscientização gerada nas indústrias pelos conceitos da Diretiva, acidentes graves voltaram a acontecer. O caso do desastre de Bhopal na Índia é um exemplo.



### 2.3 Acidente de Bhopal

Considerado o maior desastre químico da história, o acidente ocorreu na madrugada de 03 de dezembro de 1984 em Bhopal, uma cidade localizada no centro da Índia com mais de 1.400.000 habitantes (INTERNATIONAL CAMPAIGN FOR JUSTICE IN BHOPAL). Nesta cidade, foi instalada uma indústria de defensivos agrícolas, devido ao aumento crescente do consumo de alimentos pela população. A planta era de propriedade da companhia norte-americana *Union Carbide Corporation*. (INTERNATIONAL CAMPAIGN FOR JUSTICE IN BHOPAL).

A fábrica produzia o inseticida Sevin (1-naftol-N-metilcarbamato), que atua no sistema nervoso dos insetos (LESS, 1989). Segundo Less (1989), a rota química escolhida pela fábrica para produzir o inseticida foi usando dois reagentes: isocianato de metila e 1-naftol. O reagente isocianato de metila é extremamente solúvel em água e sua temperatura de ebulição assemelha-se a temperatura dentro do corpo humano (LESS, 1989), trata-se de um dos primeiros reagentes utilizados como arma química. Para armazená-lo na fábrica, eram usados três grandes tanques com capacidade de 42 toneladas em cada um, e um abrigo subterrâneo feito de concreto para o reagente não sofrer efeitos com o calor da Índia (LESS, 1989).

Segundo investigação realizada por agências indianas, durante um dia de trabalho de manutenção, um operário conectou uma mangueira de água a um dos canos que corriam por dentro da fábrica, pois manter o sistema limpo era essencial para garantir um bom funcionamento da planta. De acordo com Ferreira (2013b), a sujeira que veio com a água entupiu o cano e fez com o que a água voltasse. Antes da lavagem, não foi utilizado um anteparo (bloqueio de linha) que evitasse o refluxo, permitindo que a água chegasse a um dos tanques que continha 35 toneladas do reagente isocianato de metila (FERREIRA, 2013b).

A reação do isocianato de metila com a água é extremamente exotérmica, liberando calor e gases tóxicos. O aumento de temperatura ocorrido pela reação estimulou ainda mais a reação, chegando a um nível incontrolável, efeito conhecido como *run away*. (LESS, 1989).

A reação química descontrolada liberou então gases tóxicos que vazaram da fábrica na madrugada do dia 3 de dezembro da cidade de Bhopal. Cerca de 3.000 pessoas morreram

dormindo, outras saíram desesperadas de suas casas vomitando sangue, sem conseguir enxergar e respirar e outras morreram assim que chegaram ao pronto-socorro e nos dias posteriores ao vazamento (BBC, 2014). Tal fatalidade aconteceu, porque o isocianato de metila é solúvel em água (FERREIRA, 2013b). Dessa forma, assim que era inalado, as primeiras regiões afetadas eram garganta, olhos, boca e, posteriormente, as partes mais profundas do pulmão. Assim, o sangue inundava o órgão e a pessoa morria por um afogamento interno (FERREIRA, 2013b). Estima-se que 8.000 pessoas já haviam morrido pela exposição dos gases após 3 dias do acidente (*Figura 9*) (FERREIRA, 2013b).



**Figura 9** - Desastre de Bhopal

Fonte: Ferreira (2013b)

Segundo Less (1989), diversas falhas nas medidas de segurança foram verificadas, como:

- A sirene de segurança para avisar as comunidades vizinhas estava desligada.
- Os instrumentos de medição de pressão estavam com leituras falhas.
- O purificador, equipamento localizado em uma etapa anterior a emissão dos gases na atmosfera, estava desligado para manutenção.
- A unidade de refrigeração para controlar a temperatura dentro dos tanques de isocianato estava desligada desde maio daquele ano.
- O procedimento de isolamento das seções do cano para esses serem limpos não foi realizado. O procedimento colocava um anteparo na junção dos canos para evitar que a água passasse e entrasse em contato com o isocianato de metila. Porém, os operários fizeram as lavagens do tubo sem isolar as seções.

Ainda hoje, mais de 150.000 sobreviventes com doenças crônicas precisam de cuidados e tratamentos e uma segunda geração de crianças continua a sofrer os efeitos da herança do desastre químico em Bhopal, conforme pode ser visto na *Figura 10*. (BBC, 2014).



**Figura 10** - Novas gerações ainda sofrendo os efeitos do desastre químico de Bhopal.

Fonte: Ferreira (2013b)

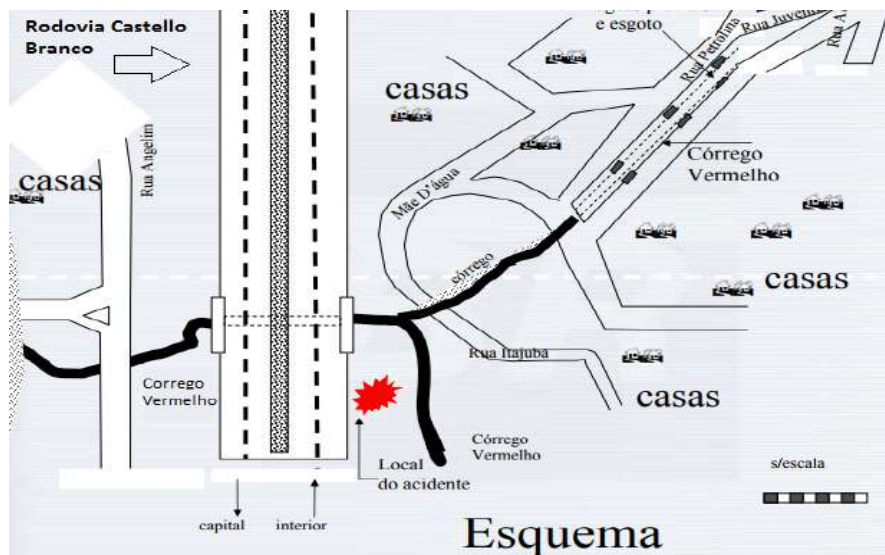
Bhopal é um exemplo a não ser seguido. As respostas as emergências precisam ser planejadas antes, e tomadas imediatamente a verificação do acidente. As equipes precisam agir de forma coesa para que a gravidade dos problemas possa ser reduzida ao máximo.

## **2.4 Acidente de Barueri**

Em 2001 em São Paulo, realizavam-se serviços de bate estaca em obra de remanejamento de dutos da Petrobrás próximo à Rodovia Castello Branco no município de Barueri. (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2001). O serviço foi contratado pela DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S/A, empresa administradora da rodovia, usando uma empreiteira terceirizada, a Queiroz Galvão (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2001).

No dia 15 de Janeiro as 11:00 horas, no feriado de Corpus Christi, ocorreu a perfuração de um duto de GLP durante a execução dos serviços pela empreiteira. A perfuração ocorreu nas proximidades do quilômetro 19 da Rodovia Castello Branco como esquematizado na *Figura 11* (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO

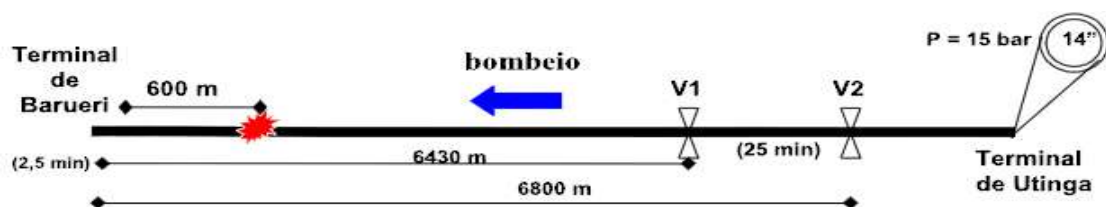
PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001). Nessa perfuração foi liberada uma quantidade equivalente a 169 toneladas de GLP na atmosfera (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001).



**Figura 11** - Esquema da área próxima a perfuração da dutovia.

Fonte: Adaptado de Transpetro (2007)

O duto estava sendo usado para o bombeamento entre o terminal de Utinga e o terminal de Barueri. Segundo a Transpetro (2007), o poliduto apresentava três produtos: GLP, gasolina e óleo diesel. A perfuração ocorreu a 600 metros do terminal de Barueri, sendo que o primeiro bloqueio estava a 6430 metros deste terminal (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001). O esquema do poliduto pode ser verificado na *Figura 12*.



**Figura 12** - Esquema da perfuração do poliduto em Barueri.

Fonte: Adaptado de Organização Pan-Americana da Saúde (2001)

O vazamento foi detectado em tempo real pelo Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), devido à redução brusca de pressão e vazão em Barueri, assim como o aumento da vazão e redução da pressão em Utinga (TRANSPETRO, 2007). Segundo a

Transpetro (2007), após 25 minutos do acidente, as válvulas V1 e V2, explicitadas na *Figura 12*, foram fechadas manualmente.

Diversos órgãos foram acionados para este evento:

- Petrobras/Transpetro
- Corpo de Bombeiros
- Concessionária da rodovia Castello
- Polícia Rodoviária
- CETESB- Órgão ambiental de São Paulo
- Defesa Civil Municipal e Estadual
- Polícia Militar
- Guarda Municipal de Barueri
- Prefeituras
- Eletropaulo – Cia de Eletricidade.

O grande problema do vazamento de GLP é a taxa expansão líquido/gás que ele apresenta: 1 litro de GLP líquido corresponde a 270 litros de GLP gasoso (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001). Dessa forma, a expansão ocorreu muito rapidamente, conforme relato do funcionário Valdelins Brandão, testemunha no local:

"Foi igual a um terremoto. O chão tremeu e logo em seguida uma grande nuvem de gás branco tomou conta do lugar. Saímos desesperados tentando interromper a passagem de carros na estrada." [...]. "Estou tremendo até agora, pensei na hora que alguém poderia acender um cigarro e tudo ir pelos ares." (ZONA DE RISCO, 2014)

Segundo CETESB et al. (2001), o vazamento afetou 3 regiões: Córrego Vermelho, o sistema de drenagem a céu aberto de 120 metros de extensão sob a rodovia Castello Branco, e ruas próximas com elevado adensamento populacional (*Figura 11*).

Seguindo um plano de emergência, um posto de Comando foi estabelecido pela equipe de Contingência da Petrobras nas proximidades do vazamento. O Corpo de Bombeiros, a CETESB e a Petrobras estabeleceram 3 equipes de monitoramento em pontos críticos para priorizar os trabalhos de combate, evacuação e isolamento (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001). A equipe da CETESB, composta de 3 integrantes, chegou ao local às 12:40h. Após realizar uma avaliação inicial, solicitou uma equipe de apoio com mais 3 integrantes, que chegou às 15:00h. A equipe utilizou como recursos materiais: equipamentos de proteção individual, 5 oxi-explosímetros e 2 fotoionizadores (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001).

Após análises iniciais, decisões foram adotadas, como: interdição da via; desenergização de bairros vizinhos e isolamento da área (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001). Segundo Transpetro (2007), essas atividades foram realizadas pela Guarda Municipal de Barueri, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Petrobras, apresentando os seguintes resultados:

- 1500 pessoas foram evacuadas em um raio de 500 metros, das quais 628 foram levadas em 14 ônibus a 10 hotéis;
- Interrupção do fornecimento energético em 10 bairros por 30 horas;
- Interdição da Rodovia Castello Branco por 12 horas.

Após as medidas imediatas de segurança, a Petrobras e o Corpo de Bombeiros utilizaram uma nuvem de neblina d'água para contenção, abatimento e diluição da nuvem de GLP (*Figura 13*) (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001).



**Figura 13** - Bombeiros combatendo a nuvem de GLP com uma nuvem de neblina d'água.

Fonte: Adaptado de CETESB, Ministério da Saúde, Organização Pan-americana da saúde (2001)

A dutovia perfurada é usada para transporte de variados produtos, não apenas GLP. Assim, algumas horas após o acidente, foi verificada a presença de gasolina no Córrego Vermelho. A Petrobrás fez a instalação de barreiras de contenção e absorventes, o que não era a prioridade no momento. O foco era a redução da concentração de GLP no ar. (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001).

As 17:35h a rodovia foi desinterditada, porém voltou a ser interditada as 17:50h devido ao aumento na concentração de GLP no ambiente ocasionada pelos poucos ventos e pela injeção de água no duto para acelerar o vazamento e esvaziar a tubulação (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE, 2001). Segundo Transpetro (2007), durante toda a noite do dia 15 foram realizados fortes trabalhos de exaustão, abatimento, contenção e ventilação dos vapores no ambiente externo e no interior de redes de águas pluviais e de esgoto.

O acidente alcançou o interesse da mídia e autoridades se deslocaram até o local. Segundo CETESB, Ministério da Saúde e Organização Pan-americana da Saúde (2001), no dia 15 às 14:00 h, chegou o Secretário Estadual dos Transportes, Michael Zeitlin, às 16:00h, o Secretário Estadual do Meio Ambiente, Ricardo Trípoli e às 18:00h, o Governador do Estado de São Paulo, Geraldo Alckmin. A Petrobras coordenou também entrevistas coletivas e foi montada uma comissão para avaliação do acidente.

O posto de comando decidiu deixar as áreas nas proximidades do acidente evacuadas até a tarde do dia 16. A população apenas retornou após a certeza de que não havia mais riscos. Além disso, foi devidamente orientada sobre abrir portas e janelas para promover a



ventilação e assim dissipar qualquer concentração remanescente de GLP, que pudesse causar algum dano à saúde (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2001). O posto também decidiu manter a região desenergizada, religando a energia apenas 3 horas após o retorno.

Como últimas medidas, foi feito o recolhimento de todo o solo contaminado pela DERSA e o recolhimento da água do córrego entre os barramentos pela Petrobras (TRANSPETRO, 2007). Com relação a Queiroz Galvão, a CETESB autuou a empreiteira no valor de R\$98.000,00, devido ao impacto social, ambiental e econômico gerado (TRANSPETRO, 2007). A perfuração no duto pode ser visualizada na *Figura 14*.



**Figura 14** - Dano casado ao duto pela perfuração da empreiteira.

Fonte: Adaptado de Transpetro (2007)

De acordo estudos realizados, estima-se que cerca de 169 toneladas de GLP vazaram, caracterizando um acidente grave. Cerca de 34 pessoas foram encaminhadas a hospitais da região e grandes engarrafamentos e transtornos no trânsito foram gerados, devido a interdição da via (CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2001).

Felizmente, as medidas adotadas de segurança foram suficientes para não gerar fatalidades, observou-se uma atuação organizada e integrada de muitas instituições públicas e privadas, utilizando-se de estratégias, técnicas e táticas adequadas a situação.

Os casos trabalhados neste capítulo relatam a grande motivação de se preocupar com acidentes ampliados e a importância de existirem planos de emergência bem elaborados. As



graves consequências geradas muitas vezes estão relacionadas a um plano de emergência fraco ou inexistente ou a uma medida de segurança negligenciada. A compreensão do processo, estudo de possibilidades e de medidas de segurança são requisitos fundamentais para a elaboração de um eficiente plano de emergência.

### **3 DIRETRIZES DO SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA DE PROCESSOS (PSM)**

Este capítulo traz um breve histórico sobre os conceitos de *Process Safety Management* (PSM: Sistema de Gestão de Segurança de Processo) e *Risk Based Process Safety* (RBPS: Sistema de Segurança Baseado em Risco), ambos desenvolvidos nos Estados Unidos. Essas diretrizes foram propostas pelo Centro de Segurança de Processos Químicos (CCPS) e funcionam como base para o desenvolvimento de sistemas de gestão de risco eficientes.

#### **3.1 Histórico**

O CCPS é uma organização sem fins lucrativos fundada após o desastre químico de Bhopal em 1985 pelo Instituto Americano de Engenheiros Químicos (AIChE), com o objetivo de prevenir acidente químicos catastróficos (CCPS, 2016).

Em paralelo também, em 1985, o Conselho Americano de Química (ACC) criou as orientações do Sistema de Gestão de Segurança de Processos (PSM). Quatro anos depois, na mesma linha, o CCPS firmou, nesse sistema, 12 características utilizando a interação com outras companhias e sua experiência. Esse PSM foi a primeira ferramenta compilada de orientação e elaboração de um gerenciamento de segurança de processo voltado para empresas (CCPS, 2016).

O PSM é um método proativo para a identificação, avaliação, mitigação ou prevenção de liberações indesejadas de produtos químicos resultantes de falhas nos processos, procedimentos ou equipamentos (OSHA, 1994).

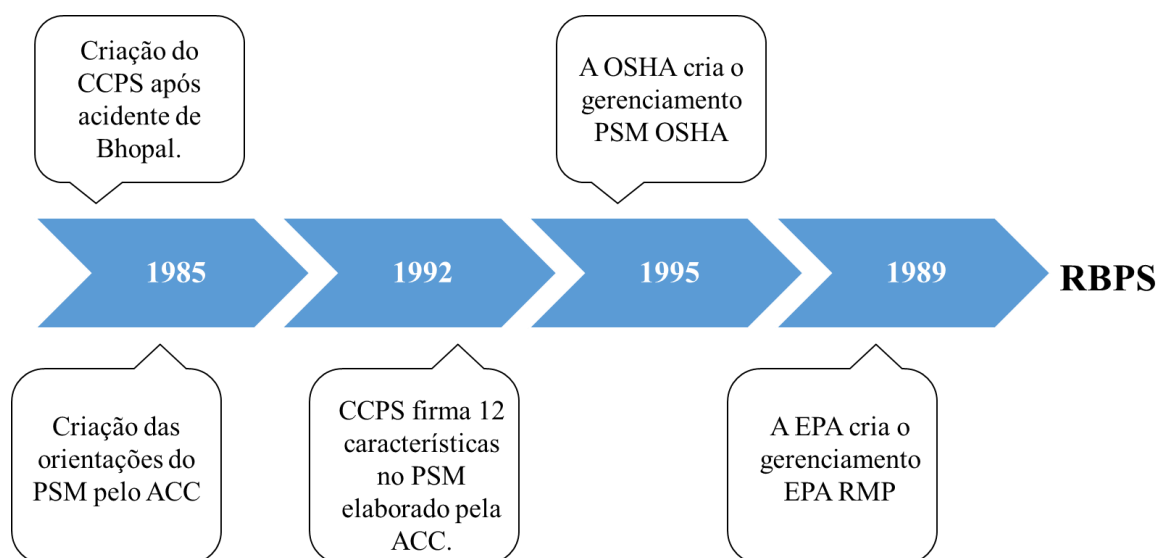
Além desses modelos de gerenciamento, organizações como a OSHA (Administração de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos) equivalente no Brasil ao Ministério do Trabalho e Emprego e a EPA (Agência de Proteção do meio Ambiente dos Estados Unidos) equivalente a CETESB (em São Paulo) e INEA (no Rio de Janeiro) também criaram outros modelos de gerenciamento, como, respectivamente, a OSHA PSM em 1992, e a EPA RMP – Gerenciamento de risco da planta em 1995.

Segundo a CCPS (2016), de forma comparativa, a regulação EPA RMP cobre os impactos dos perigos a população fora da planta industrial, enquanto a regulação OSHA PSM cobre os impactos dos perigos no local de trabalho. Ambas regulações são acionadas quando existe mais que certa quantidade limite de substâncias químicas altamente perigosas no local

ou mais de R\$ 43.000,00 reais (\$13.300) de material inflamável armazenado. Em contrapartida, o PSM, criado pelo CCPS, é mais amplo que a OSHA PSM e a EPA RMP, pois inclui: avaliação de normas, códigos e leis, gestão de riscos do processo, avaliação do fator humano, entre outros elementos, que não fazem parte dos gerenciamentos EPA RMP e OSHA PSM.

Estudos contínuos do CCPS a fim de promover e melhorar o PSM, levaram a criação de um PSM melhorado, que foi chamado de RBPS (Sistema de Segurança Baseado em Risco). O RBPS tem o objetivo de desenvolver e disseminar informação técnica para uso e prevenção de acidentes de processo de forma clara e objetiva (CCPS, 2016).

Uma linha do tempo para facilitar a compreensão do histórico do RBPS pode ser vista na *Figura 15*. A *Tabela 1* mostra uma comparação entre os elementos do RBPS, o PSM original da CCPS e o PSM da OSHA/RMP DA EPA.



**Figura 15** - Linha temporal do histórico de criação do gerenciamento RBPS.

### 3.2 Pilares e Elementos do Sistema RBPS

A fim de compreender o RBPS, o conceito de risco precisa estar bem definido. Segundo Crowl e Louvar (1990) risco é uma forma de medição do dano causado ao ser humano e ao meio ambiente, ou do prejuízo econômico que pode ser gerado pelo acidente ou magnitude da perda.

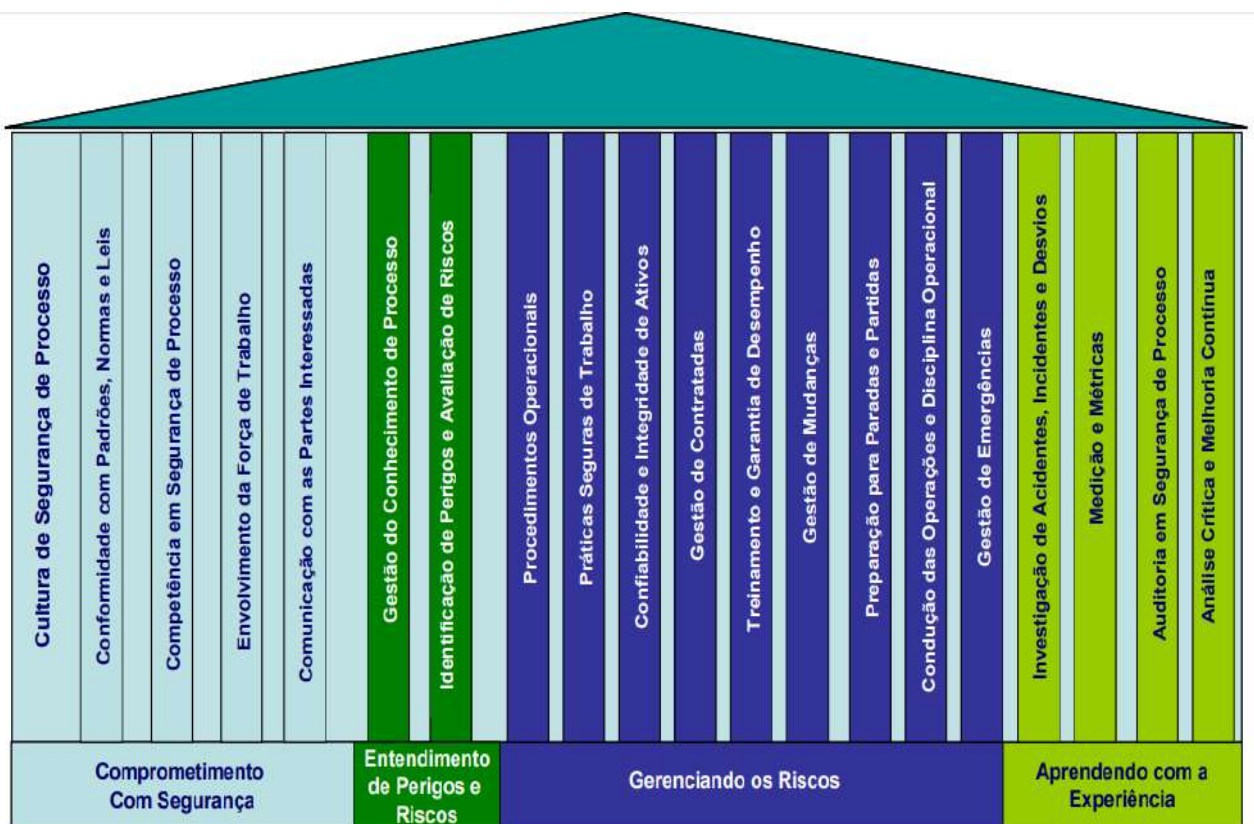
Três elementos podem ser avaliados para definir o risco, são esses:

- O perigo (o que pode dar errado?)

- A consequência (quão prejudicial pode ser?)
- A frequência (quão provável de se repetir?)

Essas perguntas precisam sempre ser feitas e refeitas e suas respostas moldarão o sistema de segurança e as atividades necessárias. Nem todos os processos apresentam o mesmo nível de risco, logo, entender os riscos auxilia na execução e gerenciamento de um sistema de segurança de processo eficiente para cada caso.

Conforme explicitado na *Figura 16*, o RBPS apresenta quatro pilares com 20 elementos distribuídos.



**Figura 16** - Pilares e elementos constituintes do RBPS.

Fonte: Adaptado de CCPS (2016)

Elementos da RPBS	Elementos da PSM original do CCPS	Elementos da PSM da OSHA/RMP da EPA
<b>Compromisso com a Segurança de Processo</b>		
Cultura de Segurança de processo Atendimento às Normas	Responsabilidade: Objetivos e Metas Normas, Códigos e Leis	
Competência em Segurança de Processo Envolvimento da Força de Trabalho Atendimento às Partes Interessadas	Aprimoramento do Conhecimento de Segurança de Processo	Informações de Segurança de Processo
		Participação de Funcionários
<b>Entender Perigos e Riscos</b>		
Gestão de Conhecimento de Processos Identificação dos Perigos e Análise de Riscos	Conhecimento e Documentação de Processos Análise do Projeto de Capital e Procedimentos de Projeto Gestão de Risco de Processos	Informações de Segurança de Processo Análise de Perigo de Processos
<b>Gerenciar Riscos</b>		
Procedimentos Operacionais	Treinamento e Desempenho Fator Humano	Procedimentos Operacionais
Práticas de Trabalho Seguro Confiabilidade e Integridade Mecânica Gestão de Contratadas		Procedimentos Operacionais Permissão de Trabalho a Quente Integridade Mecânica Fornecedores
Treinamento e Acompanhamentos de Desempenho Gestão de Mudanças Prontidão Operacional Condução das Operações Gestão de Emergências	Integridade de Processo e Equipamentos  Treinamento e Desempenho Fator Humano Gestão de Mudanças	Treinamento  Gestão de Mudanças Análise de Segurança Pré-Inicialização Planejamento e Resposta a Acidentes
<b>Aprendendo com a Experiência</b>		
Investigação de Acidentes Medidas e Indicadores Auditorias Análise de Gestão e Melhoria Contínua	Investigação de Acidentes	Investigação de Acidentes  Auditoria de Conformidade

**Tabela 1** - Comparação dos elementos do RBPS com os elementos do PSM original.

Fonte: Adaptado de CCPS (2014)

É possível entender o RBPS observando cada um dos seus 4 pilares, e cada um dos 20 elementos.

### **3.2.1 Compromisso com a Segurança de processo**

É o pilar base para uma segurança de processos de excelência. Dentro deste primeiro pilar, existem cinco elementos:

#### **3.2.1.1 Cultura de segurança de processos**

Investigações realizadas em catástrofes passadas identificaram uma cultura de segurança de processo fraca em diversas empresas, o que é frequentemente fator gerador de acidentes (CCPS, 2016). Por isso, esse elemento trata da combinação de valores e comportamentos que determinam a maneira que processos de segurança são administrados.

De acordo com a CCPS (2016), uma boa cultura de segurança de processo apresenta: senso de vulnerabilidade, capacidade de delegar ao indivíduo o cumprimento de suas responsabilidades de segurança, promove o desenvolvimento e treinamento de indivíduos e grupos, garante comunicação aberta e eficiente, tanto comunicação horizontal (mesmo nível hierárquico) quanto vertical (diferentes níveis hierárquicos), estabelece um ambiente de aprendizado e questionamento na empresa para melhorar a atenção aos riscos e promove a confiança mútua.

Esse elemento é transversal a todos os outros. Ou seja, a cultura de segurança bem estabelecida irá influenciar, positivamente, todos os outros elementos. Não é viável implementar adequadamente a maior parte dos outros elementos enquanto este não tiver algum grau de evolução.

#### **3.2.1.2 Atendimento as Normas**

Esse elemento costuma ser mais fácil de implementar que o anterior. É normal as empresas começarem por aqui, especialmente, quando a cultura de segurança não está bem desenvolvida.

Consiste em um sistema para identificar, investigar, adquirir, avaliar, disseminar e promover acesso a normas, códigos, regulações e leis que afetam a segurança de processos (CCPS, 2016). O sistema de normas deve atender tanto os padrões internos quanto externos, códigos nacionais e internacionais e regulações e leis locais, estaduais e federais.

O atendimento as normas ajuda a companhia a operar e manter a segurança, implementar práticas de segurança de processo e reduzir possíveis danos. O simples atendimento as normas, porém não garante o sucesso da segurança de processos na organização.

As companhias apresentam diferentes formas de assegurar a conformidade com os padrões legais exigidos. Algumas desenvolvem um sistema padrão interno próprio baseado em códigos e padrões definidos ou contratam pessoas especializadas para revisar códigos e apenas modificar algumas considerações (CCPS, 2016). Esses códigos e padrões podem ser visualizados na *Tabela 2*, que exemplifica alguns modelos americanos e internacionais.

<b>Padrões Industriais &amp; Códigos criados por Consenso (EUA)</b>
American Petroleum Institute Recommended Practices - Recomendações Práticas do Instituto Americano de Petróleo
American Chemistry Council Responsible Care Management System and RC 12001 - Conselho Americano Responsável pelo Sistema de Gerenciamento e RC 12001
ISO 12001 - Environmental Management System -Sistema de Gerenciamento Ambiental
OHSAS 18001 - Internacional Occupational Health and Safety Management System - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional
Organization for Economic Cooperation and Development -Guiding Principles on Chemical Accident Prevention, Preparedness, and Response - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
American National Standards Institute - Instituto Nacional Americano de Padrões
American Society of Mechanical Engineers - Associação Americana de Engenheiros Mecânicos
The Chlorine Institute - Instituto do Cloro
The Instrumentation, Systems, and Automation Society - Sociedade Internacional de Automação
National Fire Protection Association - Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios
<b>Leis Internacionais e Regulações</b>
Australian National Standard for the Control of Major Hazard Facilities - Padrões Australianos de Controle de Possíveis Riscos
Canadian Environmental Protection Agency - Environmental Emergency Planning, CEPA - Agência Canadense de Proteção ao Meio-ambiente
European Commission Seveso II Directive- Segunda Diretiva de Seveso
Korean OSHA PSM Standard - Padrões Coreanos da OSHA PSM
Malaysia - Department of Occupational Safety and Health (DOSH) Ministry of Human Resources Malaysia- Departamento de Segurança e Saúde Ocupacional da Malásia
Mexican Integral Security and Environmental Management System (SIASPA) - Sistema Mexicano de Gerenciamento de Segurança e do Meio Ambiente
United Kingdom, Health and Safety Executive COMAH Regulations - Regulações de Saúde e Segurança do Reino Unido

**Tabela 2** - Exemplos de Padrões, Códigos e Leis de Segurança de Processo Americanas e internacionais

Fonte: Adaptado de CCPS (2016)

Vale ressaltar que existem também planos, normas e padrões legais, definidos a nível nacional no Brasil. Alguns exemplos são: o P2R2 - Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais; as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (NRs), como NR9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais; e as normas técnicas emitidas pela ABNT (NBRs), como a NBR7500 – Identificação para o Transporte, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos.

A avaliação de cada uma dessas normas, padrões legais, leis e planos, tanto nacionais quanto internacionais, não será realizada, pois ultrapassa o escopo deste trabalho.

### **3.2.1.3 Competência em Segurança de Processo**

Segundo a CCPS (2016), esse elemento abrange três ações não relacionadas: sempre promover o conhecimento e a competência; assegurar o acesso a informação a quem precisa; e continuamente aplicar as lições aprendidas. O grau de competência em segurança de processo alcançado é de difícil avaliação quando comparado a atendimento, ou não, a legislação pertinente. Há a necessidade de eventos de segurança e dificuldades não habituais para que a competência seja posta em cheque.

### **3.2.1.4 Envolvimento da Força de Trabalho**

Toda a equipe da companhia, em todos os níveis e posições, deveria ter responsabilidades e funções para garantir e manter a segurança e a organização da empresa. No entanto, nem sempre os trabalhadores estão cientes da forma que podem contribuir, e não são encorajados a mostrar suas experiências e conhecimentos.

Conforme pesquisa realizada pela CCPS, os trabalhadores são os que melhor conhecem os equipamentos e sabem os principais riscos a que podem estar submetidos. Dessa forma, deveriam estar envolvidos na elaboração da análise de risco. A experiência que eles apresentam é conhecimento valioso para a elaboração de um sistema de gerenciamento baseado em risco eficiente, objetivo e que atenda a todos os setores da empresa e seja o mais claro possível.

Assim, o envolvimento da força de trabalho é importante, pois garante a participação dos trabalhadores no desenvolvimento, implementação e design do sistema de gerenciamento RBPS (CCPS, 2016). Consequentemente, garante que todos estejam cientes e atentos as questões de segurança da companhia.



### **3.2.1.5 Atendimento as Partes Interessadas**

O atendimento as partes interessadas tem como objetivo disponibilizar informações do processo de segurança para uma variedade de grupos, como acionistas, CEO e diretores, sociedades vizinhas, grupos ambientais, membros do governo, entre outros. Bem como dividir conhecimentos de lições aprendidas e informações relevantes com outras companhias do setor e outras plantas da mesma organização (CCPS, 2016).

Esse elemento faz parte das missões do CCPS, que inclui a promoção de fóruns para compartilhar as melhores práticas e conhecimentos relacionados à segurança, o que é uma forma de divulgação das lições aprendidas (CCPS, 2016).

O atendimento as partes interessadas é essencial para o bom funcionamento do elemento “gestão de emergência”, pois promove facilidade de divulgação da informação e agilidade na execução das atividades no plano de emergência pelos seus responsáveis. Dessa forma, os perigos podem ser amenizados e as ações de segurança tomadas mais rapidamente e de forma coesa entre os grupos envolvidos.

## **3.2.2 Entender Perigos e Riscos**

O segundo pilar, Entender Perigos e Riscos, é composto por dois elementos:

### **3.2.2.1 Gestão de Conhecimento de Processos**

Entender os riscos depende de um profundo entendimento do processo. A metodologia RBPS precisa da total compreensão do processo e dos riscos para ser eficiente.

De acordo com a CCPS (2016), o entendimento do processo inclui a compilação de informações e dados específicos em formato eletrônico ou papel, de forma que a interpretação seja simples, clara e objetiva. Essas informações e dados incluem: desenhos e cálculos de engenharia; especificações de design, fabricação e instalação de equipamentos de processos; seleção dos valores limites seguros de operação, como: pressão, temperatura e nível; entre outros documentos.

Além disso, o desenvolvimento dos dados do processo precisa começar na fase inicial e continuar durante todo o ciclo do processo. Um exemplo, são os laboratórios que apresentam novos materiais, e onde é feita toda uma análise da rota química que será utilizada, possíveis produtos formados, reações indesejáveis, entre outros fatores de interesse. Os dados obtidos em laboratório ficam então disponíveis para consulta no documento do processo (CCPS, 2016).

### 3.2.2.2 Identificação dos Perigos e Análise de Riscos (HIRA)

O elemento *Hazard Identification and Risk Analysis* (HIRA: Identificação de perigo e análise de risco) é um termo que envolve todas as atividades que identificam perigos e avaliam riscos durante o ciclo de vida do processo. A HIRA visa manter o risco aos empregados, meio-ambiente e ao público externo no limite tolerado (CCPS, 2016).

A CCPS (2016) define que, para gerenciar os riscos, primeiro os perigos precisam ser enumerados e, então, os riscos devem ser avaliados. Determina-se então se são toleráveis ou não de acordo com o critério adotado. Uma percepção incorreta do risco, em qualquer momento, pode levar a um uso ineficiente de recursos ou a aceitação, sem saber, de um risco superior ao valor tolerado.

Esse é o momento que o elemento HIRA se comunica com o elemento “atendimento as partes interessadas”. Os riscos avaliados e estudados não podem ser omitidos e devem ser divulgados ao público externo, sociedade e aos acionistas. Ademais, o CEO da empresa precisa ter conhecimento e discernimento suficiente para estabelecer limites tolerados, ou não. De forma geral, a relação do HIRA com o elemento “atendimento as partes interessadas” visa garantir a continuidade operacional.

O HIRA, feito antes da partida, considera todas as barreiras de segurança (preventivas e mitigadoras) funcionais. Se essas barreiras forem degradadas, ou seja, ficarem inoperantes, o risco de cada cenário muda ao longo da operação, o que mostra uma relação do HIRA com o elemento “confiabilidade e integridade mecânica”. Além de barreiras inoperantes, o risco de cada cenário também pode mudar durante a operação se não existir disciplina, ou seja, o fator humano influencia o risco real, observado na operação. Este fator humano é tratado no elemento “cultura de segurança de processo”, “treinamento e acompanhamento de desempenho”, entre outros.

A avaliação dos perigos pode ser feita por um time que questiona os experts em processos sobre quaisquer possíveis perigos e julga os riscos gerados. Algumas ferramentas são utilizadas para essas análises, como APR, HAZOP e FMEA (DE OLIVEIRA *et al.*, 2011). Os resultados do processo são descritos em um formulário característico que varia em detalhes, dependendo do estágio do processo e o método de avaliação utilizado (DE OLIVEIRA *et al.*, 2011). A *Figura 17* mostra um típico formulário de análise HAZOP.

HAZOP						
Sistema:		Caldeira / Vaso de Pressão				
Parâmetro:		Vazão de Água				
Nó:		01				
Palavra-guia	Desvio	Causas	Deteção	Consequências	Providências	Responsável
Menos	Vazão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de água no reservatório;</li> <li>- Falha da bomba elétrica;</li> <li>- Falta de energia;</li> <li>- Vazamento ou entupimento no sistema de alimentação;</li> <li>- Falha do operador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visor de Nivel da caldeira (VN);</li> <li>- Visual (vazamento de água).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Danos à caldeira;</li> <li>- Risco de acidente no caso de retorno da água com a caldeira em funcionamento (para as situações em que a água esteja muito abaixo do nível mínimo de operação);</li> <li>- Comprometimento do processo produtivo;</li> <li>- Gastos com manutenção corretiva;</li> <li>- Atraso na produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalação de medidor de vazão;</li> <li>- Instalação de um sistema de alarme de baixo nível de água;</li> <li>- Instalação de entrada de água auxiliar na caldeira, com alimentação manual (bomba manual);</li> <li>- Elaboração de procedimento operacional (manual);</li> <li>- Capacitação do operador;</li> <li>- Manutenção periódica preventiva do sistema;</li> <li>- Elaboração de procedimento de emergência em caso de acidente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos Humanos</li> <li>- Engenheiro</li> <li>- Operadores de área</li> </ul>

**Figura 17** - Exemplo de um formulário HAZOP em uma indústria.

Fonte: De Oliveira et al. (2011)

O estudo de risco, após finalizado, é constantemente atualizado e revalidado a fim de garantir eficiência na gestão. É o estudo de risco que vai levantar os possíveis cenários acidentais, identificando os cenários de maior risco. É a partir desta informação que várias outras ações são tomadas, como plano de manutenção, treinamento e capacitação, e resposta a emergências.

Cabe destacar que, muitas vezes, o valor considerado tolerável para o risco já é definido por legislação local, e por isso consultas a normas, padrões e leis devem ser realizados previamente ao estabelecimento ou cálculo do valor tolerável. Assim, o elemento HIRA se comunica diretamente com o elemento “atendimento as normas”.

### 3.2.3 Gerenciar Riscos

Existem nove elementos no pilar Gerenciamento de Risco:

#### 3.2.3.1 Procedimentos Operacionais:

Os procedimentos operacionais são instruções escritas que listam os passos para uma determinada tarefa e descrevem a maneira que os passos devem ser tomados (CCPS, 2016). Um bom procedimento operacional descreve detalhadamente o processo, perigo, ferramentas, equipamentos de proteção e controle. Essa descrição detalhada, permite que os operadores sejam capazes de entender os perigos, verificar os controles e dizer se o processo está respondendo conforme o esperado.

O escopo desse elemento inclui os procedimentos operacionais que descrevem as tarefas requeridas para iniciar a operação, operação contínua, e parada, inclusive, paradas de

emergência (CCPS, 2016). A inconsistência do nível de performance humana é um aspecto que afeta qualquer programa de segurança de processo. Sem procedimentos redigidos, não pode ser esperado que o operador execute uma tarefa da forma correta.

Após a aprovação dos procedimentos, estes devem ser seguidos, sem exceção, em todos os momentos. Caso a prática mostre que o procedimento deve ser modificado ou adaptado, essa mudança deve ocorrer formalmente pela Gestão de Mudanças, elemento MOC (CCPS, 2016).

É importante lembrar que a simples existência de procedimentos escritos não é garantia que estes serão seguidos. Apenas a correta implementação do elemento de educação e capacitação consegue elevar o desempenho dos funcionários no atendimento aos procedimentos.

### **3.2.3.2 Práticas de Trabalho Seguro**

Trata-se de um processo formalizado para ajudar no controle de perigos e gerenciar riscos associados aos trabalhos que não estão diretamente envolvidos com o procedimento operacional (CCPS, 2016).

As práticas de trabalho seguro não são específicas para apenas um tipo de atividade. São práticas genéricas, escritas para uso em diversas atividades, como: trabalhos a quente (*Hot work*), que englobam atividades que gerem fontes de ignição (CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY, 2017); trabalhos em espaço confinado; trabalhos de manutenção e inspeção; entre outros (CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY, 2017).

Muitos países, inclusive o Brasil, apresentam regulações específicas de práticas de trabalho seguro, que as empresas locais são obrigadas a seguir.

### **3.2.3.3 Confiabilidade e Integridade Mecânica**

Corresponde ao elemento do gerenciamento RBPS que assegura que os equipamentos estão adequadamente desenhados e instalados de acordo com as especificações. Garante ainda que os mesmos permanecem prontos para uso até o momento de troca ou manutenção (CCPS, 2016).

Esse elemento, conforme definido no RBPS pela CCPS (2016), envolve inspeções, testes e manutenções preventivas e corretivas. Essas atividades podem ser executadas por

contratados ou pelo pessoal da empresa, como operadores, empregados de manutenção, inspetores, engenheiros, entre outros.

#### **3.2.3.4 Gestão das Contratadas**

As indústrias muitas vezes necessitam de serviços contratados ou terceirizados para operações diárias ou serviços específicos em seus processos fabris e não fabris. Essas considerações, juntamente com a proximidade dos contratados aos perigos e riscos da operação, colocam desafios para a utilização segura de serviços contratados.

A contratação permite acessar profissionais experientes e experts para determinada tarefa que não é recorrente, além de complementar os serviços da empresa em momentos de demanda fora do comum. No entanto, a utilização de funcionários contratados coloca mais pessoas, que não estão familiarizadas com o ambiente de trabalho, em um local sujeito a riscos. Do mesmo modo, as atividades executadas pelos terceirizados podem ser possíveis novas fontes de risco para todos os funcionários, o que pode não está claro para ambas as empresas (CCPS, 2016).

Portanto, segundo a CCPS (2016), a Gestão das Contratadas é um sistema de controle que assegura que os serviços contratados apresentem os mesmos requisitos de segurança para a operação, o processo e o pessoal, da mesma forma que são aplicados as atividades e funcionários próprios.

#### **3.2.3.5 Treinamento e Acompanhamento de Desempenho**

Treinamento, capacitação é a instrução prática no trabalho para aquisição de conhecimento, habilidades e competências, que pode ser providenciado em uma sala de aula ou no ambiente de trabalho (CCPS, 2016). O acompanhamento do desempenho é a forma de garantir que os trabalhadores entenderam o treinamento e são capazes de aplica-lo em situações práticas, ou seja, garantir a eficácia do treinamento. Esse acompanhamento garante altos padrões de performance e identificação da necessidade de treinamento adicional. Dessa forma, o funcionário deveria ser liberado para trabalhar sozinho apenas após concluir seu treinamento com êxito (CCPS, 2016).

O treinamento e o acompanhamento de desempenho são as bases para conquistar altos níveis de confiabilidade humana. Nesse contexto, isso inclui ensino de procedimentos específicos relacionados a operações, manutenção, segurança e resposta de emergência, bem como entendimento de todo o processo e seus riscos (CCPS, 2016).

Um grande número de funcionários é treinado, muitos em treinamentos de baixa qualidade, com o único objetivo de atender a legislação. O treinamento neste caso é visto apenas como um custo necessário para atender a legislação. Sua baixa eficácia se reflete em não melhorar o desempenho dos funcionários. Ou seja, acidentes continuam ocorrendo mesmo com todos os funcionários tendo passado pelos treinamentos legais exigidos.

### **3.2.3.6 Gestão de Mudanças (MOC)**

A visibilidade, ou não, do elemento *Management of Change* (MOC: Gestão de Mudanças) foi questionada na história pelo acidente de Flixborough em 1974. A modificação temporária em parte do processo executada por pessoas não capacitadas para aquele procedimento mostra uma falha na gestão de mudanças que gerou consequências graves.

A gestão de mudanças visa garantir que nenhum risco ou perigo não esperado tenha sido introduzido, e que nenhum risco existente para os empregados, público, ou meio ambiente tenha sido, imprevisivelmente, aumentado devido a modificações no processo (CCPS, 2016).

O elemento inclui também uma revisão no processo para avaliar propostas de mudanças para facilitar design, operação, organização ou atividades prioritárias a implementação (CCPS, 2016). Pequenas modificações podem requerer apenas poucas pessoas capacitadas para a função, porém uma mudança significativa pode requerer uma revisão que se assemelha a uma HIRA.

O conceito de MOC, atualmente, se aplica não só para instalações, mas também para tecnologias (mudanças de tecnologia) e para pessoas. A mudança dos operadores (contratação e demissão), mudança de gerente, mudança de CEO, são exemplos de MOC.

### **3.2.3.7 Prontidão Operacional**

O elemento Prontidão Operacional descreve as práticas de gerenciamento para realizar análise crítica e planejamento de partidas de novos processos, processos modificados ou após parada programada ou não, de forma a assegurar o reinício das atividades de forma segura (DE SOUZA e LIMA, 2013). Por isso, esse elemento consiste em uma Revisão de Segurança Pré-*Start up* (PSSRs: *Pre-Startup Safety Reviews*) (CCPS, 2016).

Segundo a CCPS (2016), a frequência de acidentes é maior quando processos estão sendo iniciados e, por isso, algumas revisões e análises precisam ser feitas antes do *start up*.

Com o avanço do sistema RBPS, diversas organizações expandiram o escopo de prontidão operacional, incluindo verificação dos equipamentos e processos, que fazem parte do elemento confiabilidade e integridade mecânica. Dessa forma, esses dois elementos podem atuar de forma integrada, sendo fundamentais na segurança da operação.

Alguns exemplos de verificações necessárias, como parte da prontidão operacional, são as seguintes:

- Assegurar que procedimentos adequados de segurança, operação e manutenção de emergência estão preparados no local.
- Assegurar que qualquer prática de proteção que tenha sido contornada na interrupção seja verificada e posta em prática.
- Confirmar que todos os sensores, instrumentos e válvulas estão localizados e ajustados para bom uso.
- Assegurar que o treino foi realizado por todos os trabalhadores que podem afetar o processo.

A prontidão operacional pode ser uma análise realizada por apenas um funcionário ou por uma grande equipe, podendo levar semanas ou apenas algumas horas. Tudo depende do processo que está sendo verificado e do porte da empresa e suas necessidades.

### **3.2.3.8 Condução das Operações**

Elemento responsável pela estruturação da execução operacional e gerenciamento de tarefas (CCPS, 2016). Pode ser visto como a manifestação e aplicação em tempo real da cultura de segurança de processo, e é responsável por assegurar diversos aspectos, entre estes:

- se existem procedimentos para todos os tipos de operações;
- se os processos são entendidos e seguidos todo o tempo;
- se a manutenção dos equipamentos é feita conforme necessário e mudanças são controladas;

Em resumo, a condução das operações é o planejamento e documentação do trabalho que precisa ser feito para depois executá-lo de acordo com o planejado, essa ideia é usualmente conhecida pela frase: “*Plan the work- work the plan*” (CCPS, 2016).

### **3.2.3.9 Gestão de Emergência**

O elemento Gestão de Emergência é o mais importante elemento para planejamento de resposta de emergência.

O escopo deste elemento de emergência vai muito além da ideia de “cessar fogo”. Ele pode ser baseado em três atitudes (CCPS 2016):

- proteger os trabalhadores e o público externo;
- responder a grandes acidentes envolvendo elevada liberação de produtos químicos e/ou de energia;
- comunicar as partes interessadas, incluindo vizinhos, mídia e governo.

Este elemento do RBPS está detalhado no capítulo 4, sendo o foco deste trabalho.

### **3.2.4 Aprendendo com a Experiência**

O quarto e último pilar denomina-se Aprendendo com a Experiência, sendo composto por quatro elementos.

#### **3.2.4.1 Investigação de Acidentes**

Corresponde ao elemento responsável por rastrear, reportar e investigar acidentes e quase perdas. Inclui um processo formal para conduzir investigações. Nesse elemento está incluso também a análise para avaliar as tendências e dados dos eventos, a fim de identificar casos recorrentes (CCPS, 2016).

A investigação de acidentes tem como propósito identificar e eliminar as causas dos acidentes com o objetivo de melhorar a performance organizacional (CCPS, 2016). Trata-se de uma forma de aprender com os ciclos de acidentes que ocorreram naquele estabelecimento e comunicar as lições aprendidas para o pessoal interno e partes interessadas. Um grande erro desse elemento é utilizar a investigação com o objetivo de encontrar culpados para o acidente. A investigação de acidentes não tem o intuito de descobrir culpados, mas sim falhas no sistema e implementações ineficientes que foram realizadas (CCPS, 2016).

#### **3.2.4.2 Métricas e Indicadores**

Esse elemento busca estabelecer quais métricas e indicadores considerar, com qual frequência colher dados e o que fazer com as informações obtidas para garantir um RBPS funcional.



Métricas e indicadores são fundamentais para medir a eficácia e o desempenho de outros elementos. Por exemplo, a implementação do elemento MOC, passa pela definição de indicadores para checar como esse elemento está sendo trabalhado. O mesmo funciona para o elemento HIRA (de avaliação de risco), o elemento de “Treinamento”, o elemento “Confiabilidade e Integridade Mecânica”, o elemento “Investigação de Acidentes” e diversos outros.

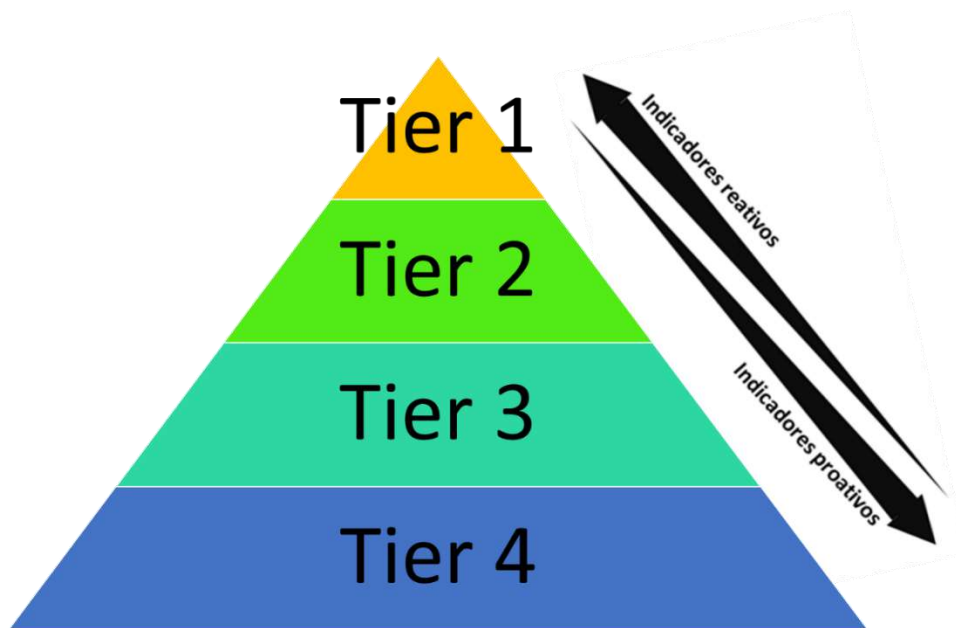
Seguindo essa linha, em 2006, o Comitê Gestor Técnico do CCPS autorizou o desenvolvimento de um manual para a criação e a utilização de métricas proativas e reativas (*Leading and Lagging Process Safety Metrics*) para a Segurança de Processo (CCPS, 2016). Esse documento tem como objetivo melhorar de forma contínua o sistema de segurança de processos a partir dos indicadores definidos por pesquisas aprofundadas e questionários realizados. Identificou-se que, uma oportunidade de avanço fundamental para a indústria, era o estabelecimento de métricas reativas (*lagging metric*) que se tornassem uma referência para o setor em termo de medição de desempenho da segurança de processos (CCPS, 2016).

As métricas proativas (*leading*) avaliam os principais processos de trabalho, a disciplina operacional e as camadas de proteção que previnem acidentes (CCPS, 2013). São as ideais para medir a performance do sistema de segurança e para indicar se os níveis de risco da unidade estão dentro dos parâmetros desejáveis (CCPS, 2013). Alguns exemplos de indicadores definidos pela CCPS (2013), são a porcentagem das recomendações de revisão sugeridas pela HIRA e MOC que são ou não são realizadas no prazo, assim como a porcentagem de inspeções que são ou não são realizadas no prazo.

As métricas reativas (*lagging*) são baseadas em acidentes ocorridos, onde se faz uma investigação e classificação do acidente para identificação de pontos fracos do sistema. Os acidentes não precisam necessariamente gerar fatalidades, desastres ambientais, pesadas multas ou grandes danos patrimoniais. Pequenos acidentes com baixas consequências, indicando a falha de alguns sistemas críticos de segurança ou mesmo a inexistência de algum também devem ser contabilizados. As métricas reativas mostram quando os níveis de risco desejáveis não foram atingidos.

Segundo a CCPS (2013), a combinação de indicadores reativos e proativos (*leading and lagging*) são uma das melhores formas de ter uma visão completa da eficiência da segurança de processo. Essa visão pode ser facilitada com a utilização da pirâmide de processo que utiliza os

critérios de severidade para descrever cada um dos indicadores, essa pirâmide está representada na *Figura 18*.



**Figura 18** - Pirâmide de Segurança de Processo

Fonte: Adaptado de CCPS (2013)

De forma resumida, cada nível apresenta a seguinte definição:

TIER 1- Indica os acidentes de perda de contenção primária de maior magnitude, por exemplo, que envolvem grande liberação de produto químico tóxico ou inflamável.

TIER 2- Indica os acidentes de perda de contenção primária com menor magnitude, ou seja, menor quantidade de material liberado para a atmosfera, por exemplo.

TIER 3- Indica os chamados *Near miss* (quase acidentes): falhas de sistemas que poderiam levar a um evento TIER 1 ou 2, mas que neste caso não evoluíram. Exemplos: um instrumento crítico em falha, ou uma pequena espessura da parede da tubulação encontrados durante uma manutenção programada.

TIER 4 - Indica os Comportamentos inseguros e a insuficiência de disciplina operacional, ou seja, desvios. Nesse caso são necessárias medidas para garantir que as camadas de proteção de segurança e a disciplina operacional estão sendo mantidas.

A pirâmide mostra a criticidade entre as métricas propostas. A base da pirâmide, que compreende os comportamentos inseguros ou disciplina operacional insuficiente caracterizam as métricas proativas. O centro da pirâmide são falhas de sistema, eventos classificados como

*near misses*, que não são conceituados como acidentes, porém devem ser reportados. Enquanto o topo da pirâmide caracteriza as métricas reativas, englobando acidentes graves.

A implementação de indicadores depende de uma cultura de segurança desenvolvida. Indicadores apontam (medem) problemas. Em uma organização sem cultura de segurança, o próprio indicador será o problema, ou seja, “a culpa é do instrumento de medida usado”. Além disso, a tendência de ocultar/omitir dados para melhorar o indicador, pode aparecer.

### **3.2.4.3 Auditoria**

Corresponde a um elemento sistemático e independente para verificar conformidades com padrões estabelecidos. O propósito de auditar é identificar o sistema de gerenciamento, descobrir falhas de performance e corrigi-las antes de ocorrer um acidente.

A auditoria envolve uma metodologia de avaliação de um elemento RBPS implementado, em comparação com requerimentos estabelecidos através de um protocolo escrito. Pode ser realizada por um time de pessoas qualificadas, que foram selecionadas dentre uma variedade de opções dependendo do escopo, necessidades e outros aspectos da situação específica. Os membros da equipe podem ser selecionados de trabalhadores da própria planta, de outras plantas da empresa, ou até mesmo de fora da empresa (CCPS, 2016).

### **3.2.4.4 Análise de Gestão e Melhoria Contínua**

Esse elemento trata da rotina de avaliação do sistema de gestão para saber se este está apresentando o desempenho esperado, produzindo os resultados desejados na forma mais eficiente possível (CCPS, 2016).

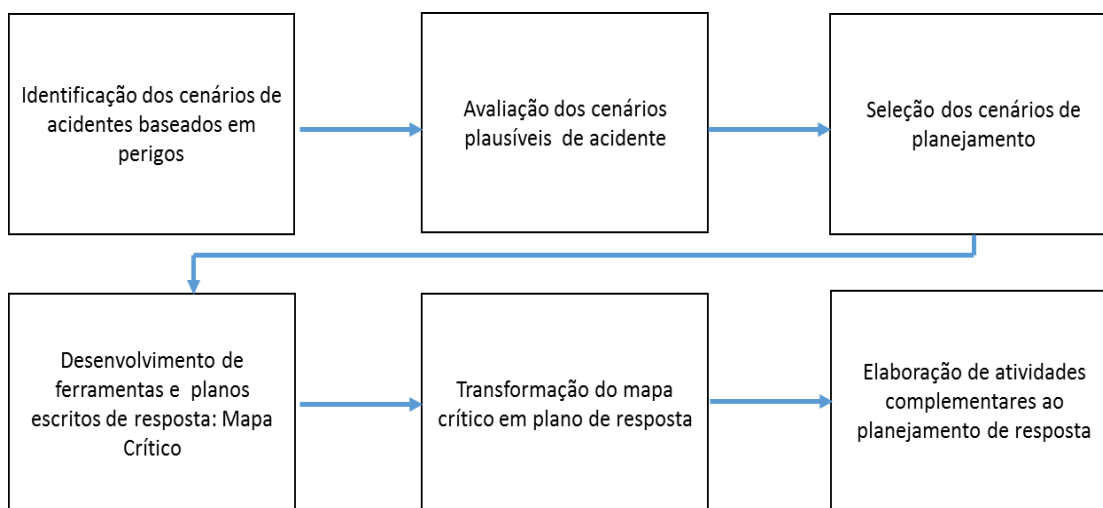
A análise de gestão é muito semelhante a auditoria, descrita anteriormente. Ambos elementos requerem um cronograma, avaliam a eficiência do RBPS implementado e também os resultados planejados para ações de melhora, correção e verificação da eficiência (CCPS, 2016). No entanto, devido a Análise da Gestão ter como objetivo localizar as possíveis deficiências, a própria CCPS (2016) afirma que esse elemento é mais focado e mais frequentemente realizado do que auditorias, além de ser menos formal. Portanto, a análise de gestão busca checar toda a saúde e segurança do processo a fim de identificar e corrigir qualquer falha incipiente para que essa não seja revelada em uma auditoria ou acidente.

## 4 SISTEMA DE GESTÃO DE EMERGÊNCIA

O desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Emergência é um dos nove elementos no pilar Gerenciamento de Risco do RBPS conforme explicitado no capítulo 3. Nesse capítulo é dada ênfase as atividades necessárias para a elaboração de um eficiente plano de emergência para gerenciamento de crises, foco deste trabalho.

O planejamento de emergência é normalmente elaborado por especialistas. Eles consultam e revisam os produtos do elemento HIRA, juntamente com os operadores (DA SILVA e ADISSI, 2005). O grupo de operações é responsável por responder imediatamente a situações de emergência, seja para parar o processo ou para deslocar uma carga de lugar, sendo assistido rapidamente por equipes especialmente treinadas que apresentam um comandante de acidentes (DA SILVA e ADISSI, 2005). Ainda segundo Da Silva e Adissi (2005) essas equipes incluem grupos de resposta de diversos setores: bombeiros, médicos socorristas, equipes de materiais perigosos (HAZMAT), agências externas, entre outros.

O desenvolvimento do Plano de Emergência apresenta diversas etapas para garantir sua eficiência e aplicabilidade. Essas etapas podem ser esquematizadas de forma resumida na *Figura 19*.



**Figura 19** - Diagrama em blocos das etapas do Sistema de Gestão de Emergência

### 4.1 Identificação dos cenários de acidentes baseados em perigos

O primeiro passo no desenvolvimento do plano é listar cenários de acidentes que apresentam consequências assinaladas na identificação prévia de perigo e na avaliação de risco das atividades de trabalho (DA SILVA e ADISSI, 2005). Em uma análise de risco qualitativa, a opinião de especialistas, avaliando por exemplo estoque e quantidade de material perigoso

acumulado, disponibilidade de barreiras de proteção, etc., são boas opções para se obter cenários de acidentes. Estes cenários depois serão revisados criticamente. Assim, após a revisão, pode-se: remover cenários que não são severos suficiente para justificar uma resposta de emergência; combinar cenários que possuem efeitos parecidos a fim de montar uma única resposta; e garantir que a lista inclui os piores cenários possíveis (os mais críticos em termos de severidade) e os mais prováveis (maior frequência) (DA SILVA e ADISSI, 2005).

#### **4.2 Avaliação dos cenários plausíveis de acidentes**

O segundo passo avalia os tipos e a faixa de efeitos potenciais dos cenários plausíveis, em termos de consequências, tais como: incêndio, explosão, liberação tóxica, entre outras (DA SILVA e ADISSI, 2005). Essa etapa é fundamental para se avaliar a melhor forma de proteger as pessoas, o meio ambiente e também como equipar e treinar a Equipe de Resposta à Emergência (ERT).

#### **4.3 Seleção dos cenários de planejamento**

A terceira etapa engloba a escolha dos cenários baseados no tipo de liberação, área potencialmente afetada e histórico de eventos na indústria. Tem o objetivo de modelar os impactos esperados permitindo determinar a área geográfica que pode ser afetada. A modelagem permite orientar as ações pretendidas, como a evacuação *versus* abrigo no local (DA SILVA e ADISSI, 2005). Segundo a CCPS (2014), essa etapa também inclui a faixa de cenários de acidentes que podem surgir com as atividades de combate a crise, como: resgate em espaço confinado, resgate em altura, etc.

Adicionalmente, é o momento da equipe de planejamento avaliar os cenários com alta consequência/ baixa frequência e baixa consequência/alta frequência e buscar um equilíbrio entre eles (CCPS, 2014). Essa avaliação pode ser feita através de uma Matriz de Risco, conforme explicitado na *Figura 20*.

As etapas de identificação, avaliação e seleção dos cenários são procedimentos de uma análise de risco, ferramenta desenvolvida no pilar “entendimento de perigos e riscos”, conforme apresentado no capítulo anterior. Essa interdisciplinaridade demonstra que a gestão de emergência se associa aos demais elementos, através de um olhar mais específico.

Probabilidade / Impacto	Sem Impacto	Leve	Médio	Grave	Gravíssimo
Quase certo	Risco Elevado	Risco Elevado	Risco Extremo	Risco Extremo	Risco Extremo
Alta	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Elevado	Risco Extremo	Risco Extremo
Média	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Extremo	Risco Extremo
Baixa	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Extremo
Raro	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Elevado

**Figura 20** - Exemplo de uma Matriz de Risco.

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2015)

#### 4.4 Desenvolvimento de planos escritos de resposta: elaboração do mapa crítico

Após a seleção dos cenários, deve-se focar na elaboração do plano. Os planos de resposta devem, objetivamente, conter uma listagem das atividades que devem ser realizadas e os recursos necessários para cada cenário de crise identificado. A dificuldade na elaboração do plano reside na complexidade da situação de crise, que pode levar a desdobramentos não previstos. A fim de facilitar a elaboração deste plano, o oficial da Marinha Claudio J. D. Senna, desenvolveu uma ferramenta intuitiva, simples e rápida nomeada Mapa Crítico (SENNA, 2017).

O Mapa Crítico tem o objetivo de ajudar a lidar melhor com o fenômeno complexo chamado “crise”. O mapa foi influenciado pelo método cartesiano, que divide em partes menores aquilo que é complexo, para facilitar a compreensão (SENNA, 2017). Trata-se de uma ferramenta que oferece uma visão integrada e estratégica da crise e de sua resposta em apenas um quadro. Segundo Senna (2017), o mapa é dividido em 9 blocos, que mostram os diversos componentes da crise, desde sua geração até a sua solução, relacionados de modo lógico e simples. O preenchimento de um bloco utiliza como ponto de partida as informações obtidas no bloco anterior e mantém relação com os posteriores. A *Figura 21* mostra a estrutura desse mapa proposto por SENNA (2017).

MAPA CRÍTICO			
CENÁRIOS CRÍTICOS	ASPECTOS SOCIAIS	ASPECTOS ESTRUTURAIS	ASPECTOS AMBIENTAIS
	ATIVIDADES CRÍTICAS		
	RECURSOS CRÍTICOS		
	PARCEIROS ESSENCIAIS		
EVENTO CRÍTICO			
	CUSTOS FINANCEIROS		

**Figura 21** - Estrutura do mapa crítico.

Fonte: Adaptado de Senna (2017)

Essa estruturação intuitiva e simples possibilita que mudanças no contexto da crise sejam rapidamente refletidas em alterações nas ações e na estrutura utilizada. Trata-se de uma ferramental baseada na filosofia do *design thinking*, que se vale de técnicas que os designers usam para resolver problemas de forma visual (SENNA, 2017).

A elaboração do Mapa Crítico apresenta os seguintes blocos:

#### 4.4.1 Definição do evento crítico

O evento crítico é o evento, desejado ou não, que pode desencadear danos graves à segurança das pessoas, patrimônio e ao meio ambiente (SENNA, 2017). Eventos desejados podem ser um grandes show, uma olimpíada, a inauguração de um restaurante, entre outros eventos que apresentam riscos embutidos que podem transformar o evento desejado numa situação de crise. Enquanto eventos não desejados são os que ocorrem de forma não intencional, normalmente catástrofes naturais, vazamentos de produtos tóxicos, incêndios, explosões, entre outros. O evento crítico é o primeiro componente de uma crise e cada mapa crítico será construído para lidar com um evento crítico diferente (SENNA, 2017).

#### **4.4.2 Definição dos cenários críticos**

Segundo Senna (2017), os cenários críticos são os possíveis desdobramentos de um evento crítico, implicando em consequências e danos graves. Um evento crítico é capaz de gerar um ou mais cenários críticos.

#### **4.4.3 Identificação das consequências da crise**

As consequências dos cenários podem ser organizadas em três grupos distintos, relacionados aos aspectos mais marcantes de cada uma das consequências identificadas. Esses aspectos são: sociais, estruturais e ambientais (SENN, 2017).

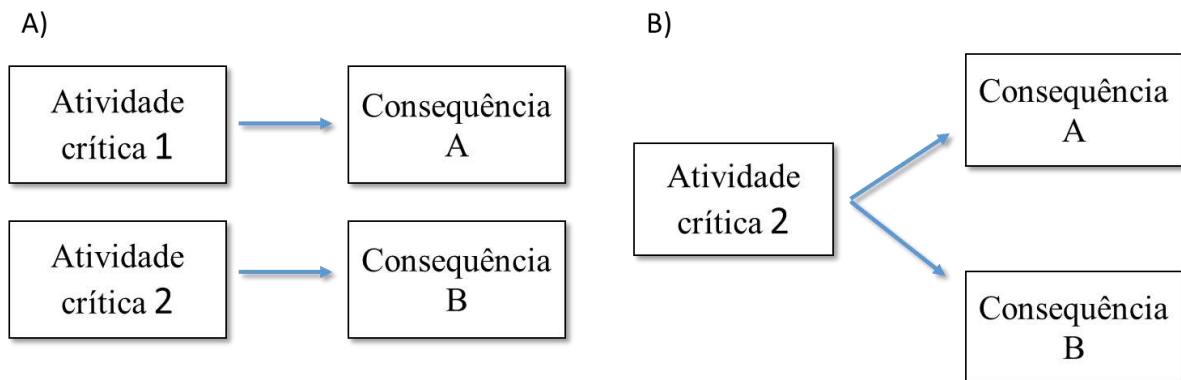
As consequências sociais são as que afetam pessoas, a economia ou uma sociedade. Englobam as questões humanitárias, de segurança pública, de saúde e as questões econômicas que colocam em risco o bem-estar e a economia de uma comunidade. As consequências estruturais são as que afetam infraestruturas físicas e construções, e as consequências ambientais são as que afetam a natureza e seu equilíbrio.

Vale destacar que um único cenário crítico pode ter consequências sociais, estruturais e ambientais, impactando os três aspectos simultaneamente. Observa-se ainda que uma mesma consequência pode ter como causa dois cenários críticos, que combinados, têm um efeito resultante único. As chuvas torrenciais, por exemplo, são um evento crítico típico do verão brasileiro, que pode gerar diversos cenários, como deslizamentos, alagamentos e isolamento de comunidades. Uma das consequências sociais possíveis desse evento são pessoas desabrigadas. Essas consequências podem ser ocasionadas por diferentes cenários, como deslizamentos ou alagamentos, causando um efeito único.

#### **4.4.4 Relacionamento das atividades críticas**

As atividades críticas correspondem as ações necessárias para tratar as consequências de uma crise, identificadas no bloco anterior. Nessa etapa o foco está nas macroatividades, evitando o detalhamento (SENN, 2017). Algumas atividades críticas podem agir minimizando mais de uma consequência, isso deve ser avaliado a fim de permitir saber qual atividade tem o alcance mais amplo, combatendo mais consequências. Esses diferentes cenários podem ser vistos na *Figura 22*. A priorização e hierarquização das atividades críticas é aspecto fundamental na formação do mapa crítico. Ter uma relação de atividades críticas bem elaborada permite a melhor tomada de decisões, além de melhorar atividades que podem ser executadas paralelamente, aumentando a eficácia nas ações.





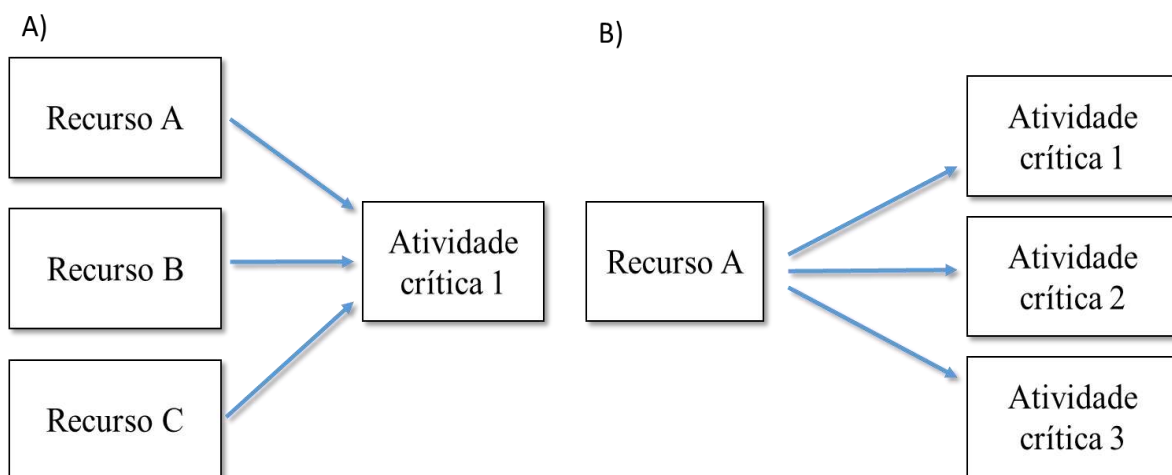
**Figura 22** - No cenário A cada atividade combate uma consequência diferente, no cenário B a atividade crítica 2 consegue minimizar tanto a consequência A quanto a B.

#### 4.4.5 Identificação dos recursos críticos

Esse bloco corresponde aos recursos necessários para que as atividades críticas definidas no bloco anterior possam ser, efetivamente, executadas (SENNA, 2017). A identificação dos recursos deve especificar tanto as infraestruturas necessárias (recursos materiais), como pessoal (recursos humanos) (SENNA, 2017).

Os recursos críticos, diferentemente das atividades críticas, precisam ser o mais específicos possíveis para a melhor quantificação e funcionalidade do planejamento (SENNA, 2017). Entretanto, em situações de crise, nem sempre é viável uma quantificação exata da quantidade de recursos necessária. Senna (2017) propõe, com o objetivo de impedir a parada do planejamento por falta de dados, se trabalhar com dois cenários no mapa crítico: necessidade máxima e necessidade mínima. Assim, uma janela de possibilidades fica aberta até que se possa detalhar a crise claramente.

Outro ponto que merece atenção consiste na possibilidade de utilizar um recurso crítico para realizar mais de uma atividade crítica, assim como pode ser necessário mais de um recurso para uma mesma atividade (*Figura 23*). A construção de um hospital de campanha, por exemplo, precisa de diversos recursos, como área gramada ou de terra plana, equipe médica, medicamentos, etc. Por outro lado, o mesmo recurso área gramada, pode ser também utilizado para estabelecimento de um posto de comando de controle da crise. Assim, tem-se um recurso que pode ser utilizado para mais de uma atividade. A flexibilidade é peça fundamental para garantir combinações, que favoreçam a colaboração e a sinergia entre as atividades. Um esquema dessa flexibilidade pode ser visualizado na *Figura 23*.



**Figura 23** - O cenário A mostra diferentes recursos sendo necessários para a realização de 1 atividade, enquanto o cenário B mostra um único recurso sendo usado para diversas atividades.

#### 4.4.6 Identificação dos parceiros essenciais

Os parceiros essenciais são as organizações que fornecerão e operarão os recursos críticos definidos anteriormente. Os parceiros atuarão ativamente e de modo coordenado na solução da crise (SENNA, 2017). Esses parceiros podem ser organizações privadas, empresas, clubes, órgãos governamentais e não governamentais, entre outros agentes que disponibilizem recursos críticos para a execução das atividades críticas. Alguns exemplos são: Polícia Federal, Guarda Municipal, Corpo de Bombeiros, Órgãos Ambientais, empresas locais, entre outros.

Um aspecto importante é a identificação de um coordenador em cada parceiro definido. O coordenador é o elo de comunicação entre o gerenciamento da crise e a sua organização. É o responsável por mobilizar sua organização para fornecer os recursos e também executar as atividades críticas que ficaram sobre sua responsabilidade para solucionar a crise (DEFESA CIVIL PARANÁ, 2012).

Além disso, é fundamental um bom relacionamento com e entre os parceiros essenciais, o que demanda grande atenção por parte do gerenciamento da crise. Apenas com confiança e colaboração a solução da crise será encontrada de forma rápida e eficiente. Dessa forma, negociar expectativas e resolver conflitos devem ser prioridades para que o planejamento não seja prejudicado.

Neste ponto, o preenchimento do mapa crítico já permite a visualização de qual organização suprirá quais recursos e atividades. Assim, a estratégia de ações já começa a ser moldada para a elaboração de um plano de resposta.

#### **4.4.7 Identificação dos custos financeiros**

Os custos da crise precisam ser identificados, controlados e monitorados. Essa análise é fundamental para que não falte verba para realizar as atividades críticas, assim como para que não haja desperdício de valores. Geralmente, os gastos são divididos em duas posições: recursos críticos e parceiros essenciais (SENN, 2017).

Inicialmente, os valores necessários para realizar as atividades críticas podem ser apenas estimados, por não apresentarem um histórico de valores que permita definir um número preciso. No entanto, quando dados históricos dos custos forem conhecidos ou tabelados, os custos podem ser estimados com bastante precisão. A elaboração de uma planilha de custos e fontes de receita é essencial, nessa etapa, para o controle das despesas durante a crise (SENN, 2017). Nessa planilha, para cada custo identificado deve ser prevista uma fonte de recursos para seu financiamento.

Algumas atividades críticas, porém, podem não gerar qualquer custo por já estarem contabilizadas no custeio regular (SENN, 2017). Os agentes de órgãos públicos, por exemplo, que são envolvidos na solução da crise, já tem sua atuação prevista, e muitas vezes não impacta em despesas (SENN, 2017). Entretanto, pode ser necessária uma verba extra para custos de alimentação, hospedagem, entre outros, devido a permanência possível dos funcionários no local da crise por um longo período de tempo.

Em resumo, os principais aspectos necessários para solucionar a crise são definidos no mapa crítico. Após uma visão ampla da crise ter sido estabelecida, pode-se de forma simples e objetiva, elaborar o plano de resposta.

#### **4.5 Transformação do mapa crítico em plano de resposta**

O planejamento antecipado de possíveis crises permite a elaboração do chamado “plano de resposta”, também conhecido como “plano de gaveta” e “plano de contingência”, que tem o objetivo de agilizar as ações em caso de ocorrência de crise (SENN, 2017). O plano de resposta deve ser entendido como uma instrução, que diz claramente o que deve ser feito, quando, onde e por quem. Deve ser facilmente acionado com o início da crise, também conhecido como “gatilho da crise” (DA SILVA e ADISSI, 2005).

Conforme Senna (2017), o corpo do plano de resposta precisa conter:

- Descrição da crise, identificando o cenário crítico, os respectivos eventos críticos e as consequências organizadas conforme os aspectos sociais, ambientais e de infraestrutura;

- O propósito e o estado final desejado a ser atingido com a execução do plano. O propósito irá definir quão extenso e qual escopo terá o plano. O estado final desejado estabelece um parâmetro que funciona como medida de eficácia;
- As atividades críticas;
- Os parceiros essenciais e principais autoridades de cada setor;
- As fontes de receita para pagar os custos financeiros.

A maioria desses aspectos já foi previamente analisada no mapa crítico e será apenas detalhada e aprofundada no plano de resposta.

#### **4.5.1 Definição do plano de comando e controle**

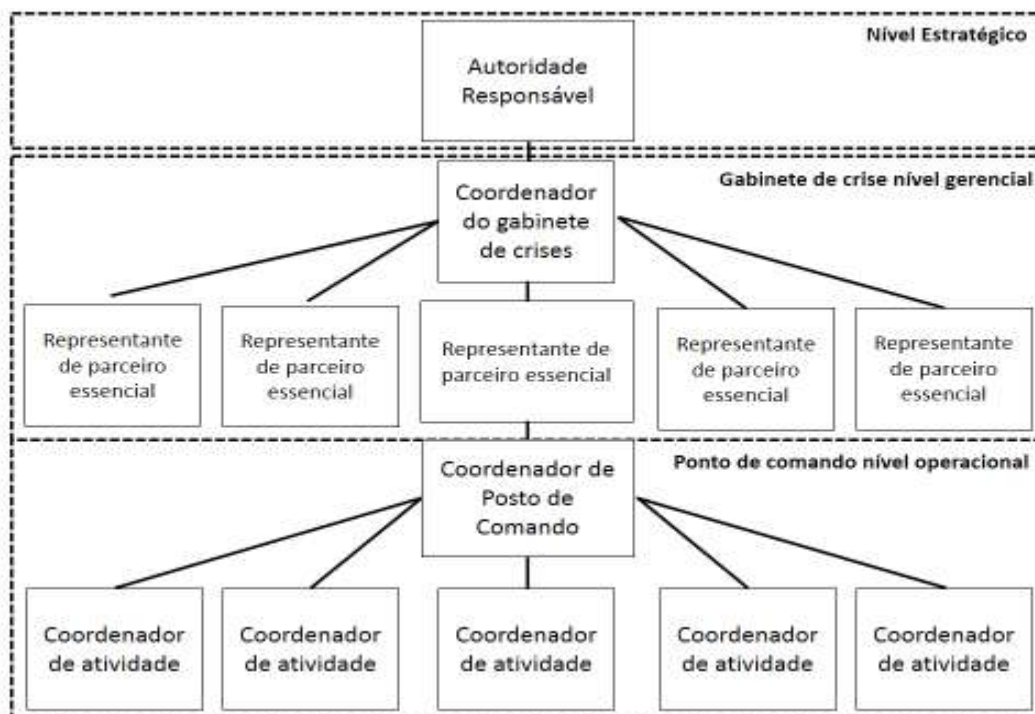
As atividades que serão executadas no plano de resposta precisam ser coordenadas por um plano de controle. O plano de comando e controle objetiva coordenar as ações sobre um propósito, a fim de evitar duplicidade de esforços em uma atividade e ausência de ações em outra. A estrutura de comando e controle envolve três níveis: estratégico, gerencial e operacional (DE PAULA, 2015).

O nível estratégico é representado pela autoridade responsável, que orienta os demais envolvidos quanto ao propósito e estado final desejado, define as escolhas estratégicas e dá o suporte político e institucional para a solução da crise (DE PAULA, 2015). Deve ser uma pessoa com competência reconhecida e autoridade institucional. A autoridade responsável não participa de modo permanente da gestão da crise. Sua participação engloba o acompanhamento do desenvolvimento da crise e orientação quanto a uma decisão importante a ser tomada, que extrapole o limite de atuação do gabinete de crise (SENN, 2017).

O nível gerencial é representado pelo “gabinete de crise”, uma estrutura responsável por coordenar e articular os parceiros essenciais e planejar atividades que serão executadas pelo nível operacional (DE PAULA, 2015). O gabinete de crise não precisa estar situado no local da crise, precisa estar em um local seguro, de fácil acesso aos componentes e apresentar recursos que possibilitem a comunicação com o centro de comando, autoridade responsável e os parceiros essenciais (SENN, 2017). De forma resumida, basta atender dois requisitos: ter poder de tomar decisões e capacidade de mobilizar recursos. O gabinete de crise é constituído por um coordenador, escolhido pela autoridade local, além de colaboradores dos órgãos envolvidos e representantes dos parceiros essenciais, podendo apresentar também consultores especialistas que auxiliem na solução da crise (SENN, 2017).

Por fim, o nível operacional é representado pelo “posto de comando”. O posto de comando é uma estrutura organizacional que deve ser localizada próximo a crise e irá coordenar a execução das atividades críticas necessárias (SENNA, 2017). Este deve ser estabelecido rapidamente e sua localização bem divulgada para que todos fiquem cientes das decisões tomadas. O posto precisa ser constituído de um coordenador geral, que seja responsável pelos coordenadores de cada uma das atividades críticas e que tenha grande capacidade de liderança (DEFESA CIVIL PARANÁ, 2012). No posto de comando será acompanhada a execução das atividades planejadas, comunicando ao gabinete de crise qualquer alteração e ajuste necessário (DE PAULA, 2015).

A nomenclatura utilizada para a elaboração do plano de comando pode variar bastante de acordo com a cultura organizacional de cada empresa. Essas diferenças culturais podem causar grandes perdas de tempo e sinergia durante a solução da crise (SENNA, 2017). Para que o trabalho em equipe seja bem realizado, é necessário que os conceitos elaborados previamente sejam bem entendidos e uma linguagem comum a todos os membros seja utilizada. O esquema na *Figura 24* mostra de forma resumida os três níveis: estratégico, gerencial e operacional, facilitando a compreensão.



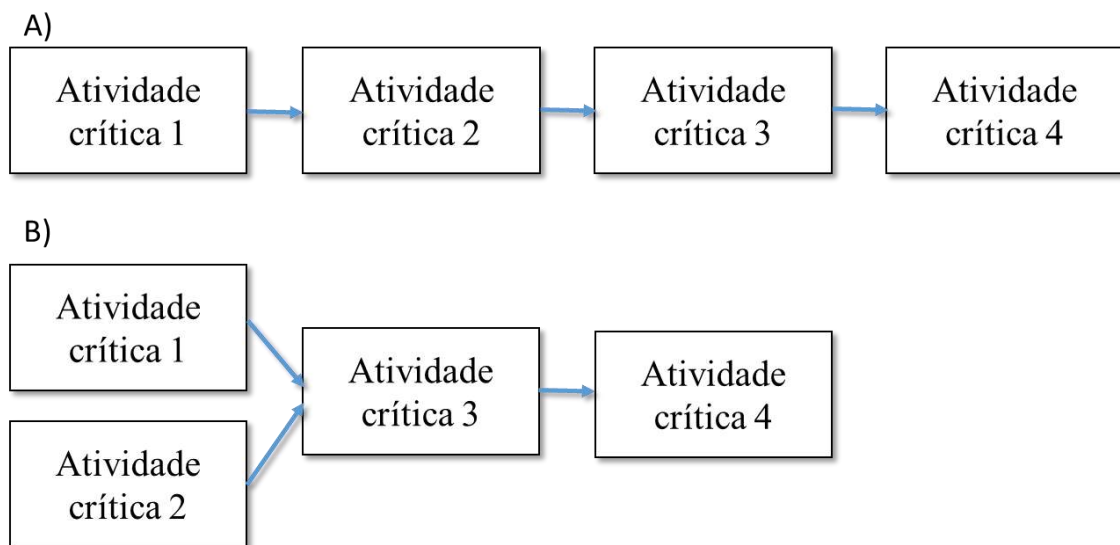
**Figura 24** - Níveis organizacionais do Plano de comando do plano de resposta.

Fonte: Adaptado de Senna (2017)

Resumidamente, o plano de comando e controle, que é parte do plano de resposta, precisa conter: a definição da autoridade local, do gabinete de crise e do posto de comando; os canais de comunicação que devem ser empregados; os cronogramas para realização das atividades críticas e suas possíveis interferências; os registros e relatórios que devem ser feitos; e a periodicidade dos relatórios e seu conteúdo (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1990).

#### 4.5.2 Cronograma das atividades críticas

A ordem de execução das atividades críticas é extremamente importante para se identificar as atividades prioritárias, assim como quais podem ser executadas em paralelo de forma a solucionar a crise da forma mais eficiente possível (*Figura 25*).



**Figura 25** - Cenário A mostra atividades realizadas em sequência, enquanto o cenário B mostra atividades que podem ser executadas em paralelo.

Dessa maneira, o cronograma deve levar em consideração: a importância da atividade; a interdependência, pois algumas atividades somente farão sentido após o término de uma prévia (*Figura 25*); e a disponibilidade de recursos, uma vez que nenhuma atividade deve ser pausada esperando a chegada de recursos (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1990).

Uma boa forma de representar o cronograma de atividades é através do gráfico de Gantt, como na *Figura 26*. Esse gráfico permite demonstrar de modo visual a interdependência entre as atividades, a ordem de prioridade e o tempo necessário até a sua conclusão (SENNA, 2017).

Tanto a *Figura 25* quanto a *Figura 26* ilustram que existem atividades que são realizadas de forma simultânea, em paralelo; enquanto outras são realizadas apenas quando a anterior se encerra, em série.



**Figura 26** - Representação do Modelo Gráfico de Gantt.

Fonte: Adaptado de Zotes

#### 4.5.3 Elaboração dos planos de ação dos parceiros essenciais

Construído o cronograma, cada parceiro essencial pode ter um plano que mostra como disponibilizará e empregará os recursos sob sua responsabilidade.

O plano do parceiro essencial deve definir: quais recursos críticos serão fornecidos e atividades críticas serão realizadas; quando as atividades serão realizadas e os recursos disponibilizados; quais as limitações para emprego dos recursos; quem será o coordenador no órgão responsável pelos recursos; e os custos para o emprego dos recursos (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1990).

Nesses planos devem ser definidas as limitações, caso haja alguma, para a utilização de algum recurso de forma que não aconteça qualquer uso de forma indevida (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1990). Em casos mais simples, ou quando não houver tempo disponível, pode-se elaborar um único plano, explicando todas as funções dos parceiros essenciais.

#### 4.5.4 Elaboração dos planos das atividades críticas

Cada atividade crítica definida no mapa crítico também pode apresentar um plano próprio, definindo o passo a passo da execução das etapas. O plano de atividades precisa conter: os recursos críticos necessários; o momento, a sequência, a descrição e a interdependência das atividades que serão realizadas; a especificação do coordenador e a composição da equipe definida; e os riscos e custos previstos para a atividade (SENNA, 2017).

## **4.6 Atividades complementares ao planejamento de resposta**

Certas atividades são essenciais na elaboração de planos de resposta. Outras, no entanto, não desempenham papel central para solucionar a crise, mas são importantíssimas para que o gerenciamento da crise seja um sucesso. Exemplos de atividades consideradas complementares são:

### **4.6.1 Comunicação social**

A comunicação social é fundamental durante a solução da crise. A omissão dos acontecimentos, das medidas que estão sendo tomadas e dos procedimentos de segurança, podem gerar opiniões e repercussões equivocadas a respeito do acidente. Nesse caso, o preço para se explicar o mal entendido pode ser custoso e demorado (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1990).

A imprensa não deve ser considerada uma inimiga, ela tem a obrigação de manter a sociedade informada. Portanto, é importante que o gabinete de crise tenha um plano de comunicação social com um porta-voz definido que dará as entrevistas e fará os comunicados, além de pessoas que devem elaborar “*press-releases*” para distribuição. Vale ressaltar que a divulgação de imagens deve ser realizada de modo que não comprometa a dignidade dos envolvidos e não fira qualquer princípio ético (SENNÁ, 2017).

Nesta área é interessante observar a existência de treinamentos específicos para tal atividades. Muitas vezes chamados de “*media training*”, estes treinamentos estão cada vez mais difundidos entre as grandes corporações (SENAC).

A comunicação de risco também é um fator complementar importantíssimo no planejamento de emergência. Os sistemas de alerta a comunidade numa situação de emergência variam de acordo com a empresa, porém normalmente são utilizados avisos sonoros, ou avisos de emergência via rádio e televisão. No Rio de Janeiro, por exemplo, a Defesa Civil envia mensagens para celular e são utilizadas sirenes instaladas em áreas de risco (PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 1990).

Independentemente do método usado para alertar as pessoas sobre uma situação de crise, o alarme deve ser reconhecível e claramente distinguível, ou seja, a população deve conhecê-lo e saber como reagir (CCPS, 2014).

A comunicação eficaz em duas vias é um elemento crítico para a gestão da emergência e necessita de esforço contínuo e atualização periódica.



#### **4.6.2 Apoio jurídico**

O suporte jurídico se comunica diretamente com o elemento do RBPS relativo ao atendimento as normas e legislação. No calor da crise, deve-se tomar o cuidado de agir conforme as leis, para que não ocorra uma outra crise, agora, porém, de caráter jurídico. A flexibilidade legal pode ser uma opção para solucionar a crise momentânea, porém providências burocráticas são necessárias para que nenhuma irregularidade seja assumida e gere problemas posteriores (SENNÁ, 2017).

#### **4.6.3 Fornecimento e manutenção de instalações físicas e equipamentos**

Os recursos críticos necessários para solucionar a crise, incluindo equipamentos e instalações, estão descritos no plano de resposta. Todavia, um cuidado especial deve ser tomado com relação a localização desses.

Os equipamentos não devem estar muito longe da área provável de resposta, pois aumentará o tempo de resposta, ao mesmo tempo que muito próximos dos locais dos materiais perigosos pode gerar impossibilidade da equipe de resposta a emergência alcança-los (CCPS, 2014).

Outra preocupação é o estado desses equipamentos. Em atividades de resposta, uma gama de equipamentos são necessários, porém grande parte desses equipamentos raramente são utilizados. Portanto, é recomendável uma verificação periódica desses equipamentos para garantir que todos estejam funcionando caso ocorra uma situação de crise (SERPA, 2010).

#### **4.6.4 Treinamento e Simulados**

As decisões mal tomadas podem mudar o rumo das ações, acarretando maiores riscos para o pessoal da instalação, para os socorristas e para o próprio público. Mesmo uma resposta equivocada para a mídia pode, em termos de imagem, representar perdas financeiras consideráveis. A resposta a emergência é bem aprendida com a prática, porém, felizmente, poucos acidentes são de grande porte, o que indica que os socorristas tem uma limitada experiência com emergências reais.

Sendo assim, para uma resposta eficaz, o desenvolvimento deve ser feito a partir de treinamentos realistas periódicos para que as falhas sejam verificadas e as melhores decisões tomadas (FACTOR SEGURANÇA LTDA, 2002). Uma boa prática de treinamento foca,

inicialmente, no gabinete de crise, pois esse auxilia no entrosamento da equipe e testa o plano, mostrando o que pode dar errado. O treinamento deve envolver também todos os participantes do plano de emergência, inclusive as autoridades responsáveis e socorristas externos (SENNÁ, 2017). Caso algum cenário possa afetar residências nas proximidades, os residentes devem ser informados de como serão notificados e uma literatura deve ser fornecida explicando a gama de ações possíveis que eles podem ter que tomar, como abrigo no local ou evacuação (FACTOR SEGURANÇA LTDA, 2002).

Normalmente, os treinamentos ou simulados são agendados com muitos meses de antecedência em horário útil e em dias ensolarados. Porém, a condução de treinos sob condições realistas, condições climáticas severas e pouca ou nenhuma antecedência, são também formas de garantir a eficiência do plano e testar condições não usuais (SENNÁ, 2017). Treinos de evacuação periódica e contagem do pessoal, interrompem o funcionamento das instalações, mas são fundamentais para que todos os envolvidos saibam como proceder em situações inesperadas.

A comunicação também precisa ser treinada. Em situações de crise a pressão sobre o porta-voz é muito grande, os jornalistas pedem informações ainda não disponíveis. Nessas horas, os cursos de “media training” são uma alternativa para desenvolver esse elemento (SENNÁ, 2017).

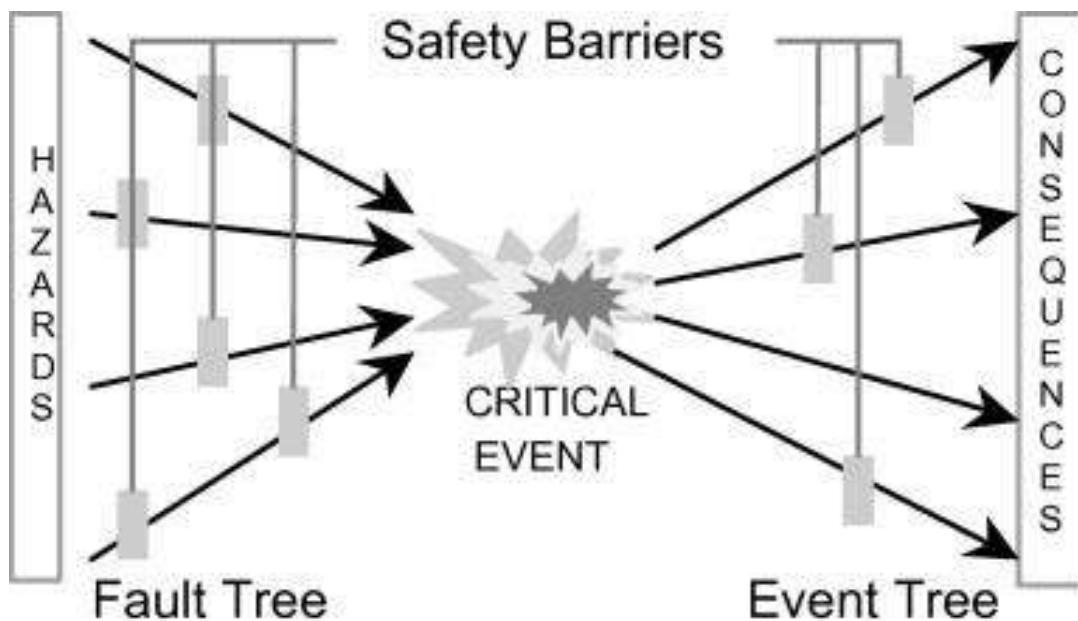
#### **4.6.5 Revisão periódica dos planos e realização de auditorias**

Os planos de emergência, assim como procedimentos operacionais, decaem sua precisão ao longo do tempo. Isso é gerado devido ao número de coordenadores, operadores e autoridades definidos no plano, que serão acionados na crise. Esses contatos podem rapidamente ser desatualizados por motivos diversos em um curto espaço de tempo. Dessa forma, a revisão periódica dos planos se faz uma etapa complementar fundamental para uma gestão de segurança eficiente, já que são procedimentos não usuais do estabelecimento.

Por fim, a realização de auditorias, que também é elemento do RBPS integrante do pilar “aprendendo com a experiência”, funciona como uma garantia do plano elaborado. Nas auditorias, mudanças podem ser propostas, e essas precisam ser traduzidas em ações que aprimorarão o elemento de gestão da situação de emergência e de qualquer outra gestão (CCPS, 2014).

Em resumo, a gestão de emergência inclui: planejamento para eventuais emergências; oferecimento de recursos para executar o plano; prática e melhoramento contínuo do plano; treinamento e informação a funcionários, fornecedores, vizinhos e autoridades locais sobre o que fazer, como serão notificados e como agir em uma emergência; e comunicação efetiva com as partes interessadas (SERPA).

A gestão de emergência é um sistema complexo, envolvendo entes públicos e privados. Este sistema precisa funcionar perfeitamente para minimizar os danos causados pelo acidente. Enquanto a segurança de processos confia nas válvulas de alívio, discos de ruptura, sistemas de intertravamento, alarmes, etc, como barreiras de prevenção ao acidente, reduzindo a frequência do cenário acidental, a segurança também confia no plano de emergência como barreira pós acidente. A metodologia *Bow tie*, representada na *Figura 27*, esquematiza essa ideia.



**Figura 27** - Representação da metodologia *Bow tie*.

## 5 ESTUDO DE CASO DE ELABORAÇÃO DE MAPA CRÍTICO

A metodologia do mapa crítico, desenvolvida no capítulo 4, é um passo facilitador para elaboração do plano de resposta. Este capítulo consiste na elaboração do mapa crítico que poderia ser usado em cenários acidentais análogos ao caso de vazamento observado em dutovia nas proximidades de Barueri. Assim, busca-se exemplificar a metodologia estudada, mostrando o porquê das ações escolhidas de forma visual e simplificada, para elaborar um eficiente plano de emergência. Cada bloco do mapa foi elaborado separadamente e, ao final, o mapa elaborado.

### 5.1 Evento crítico

O evento crítico, que corresponde ao principal acontecimento que gerou a crise no caso de Barueri, foi o vazamento de GLP. Trata-se de um cenário de *Loss of Primary Containment* (LOPC: Perda de Contenção Primária), onde o fluido inicialmente contido em tubulação ou vaso, escapa para a atmosfera.

### 5.2 Cenários críticos

Os cenários críticos são os resultados que poderiam ser gerados pelo vazamento de GLP. Os possíveis cenários identificados englobam:

- Incêndio em nuvem de vapor;
- Incêndio em jato;
- Explosão de nuvem de vapor;
- Explosão confinada.

A nuvem formada pode atingir o limite inferior de inflamabilidade (LII), tornando-se inflamável. Misturada com o oxigênio do ar, e na presença de uma fonte de ignição, haveria queima da mistura. Em campo aberto a queima não gera sobrepressão, denomina-se “incêndio em nuvem”. Quando parcialmente bloqueada, obstruída, existe geração de sobrepressão e danos causados pela onda de choque (“explosão de nuvem”). Um cenário semelhante é a nuvem inflamável completamente confinada, no interior de uma edificação, por exemplo. A queima gera elevados danos por sobrepressão. Finalmente, caso a ignição da mistura ocorra imediatamente após o início do vazamento, antes de haver formação de nuvem, existe a ocorrência de um *jet fire*, ou “incêndio em jato”.

## **5.3 Aspectos**

As consequências geradas pelo vazamento, podem atingir diferentes aspectos.

### **5.3.1 Sociais**

Os aspectos sociais englobam as consequências geradas as pessoas afetadas pelo vazamento de GLP. A possibilidade de uma explosão leva ao risco de gerar, às populações vizinhas, trabalhadores e passantes no local, desde pequenos desconfortos até vítimas fatais. Todas essas possíveis consequências tem prioridade de atenção.

### **5.3.2 Estruturais**

Os aspectos estruturais incluem as partes da cidade e infraestrutura que serão afetadas com a situação de crise. As proximidades da dutovia, onde aconteceu o acidente, precisarão ser interditadas, como rodovias e moradias nas proximidades, para evitar mais vítimas. Aqui entra também o dano causado ao duto, que ocasionou a crise. Outro aspecto importante de se considerar nas consequências de infraestrutura é o trânsito e transtorno na rede de transporte que serão gerados pela interdição.

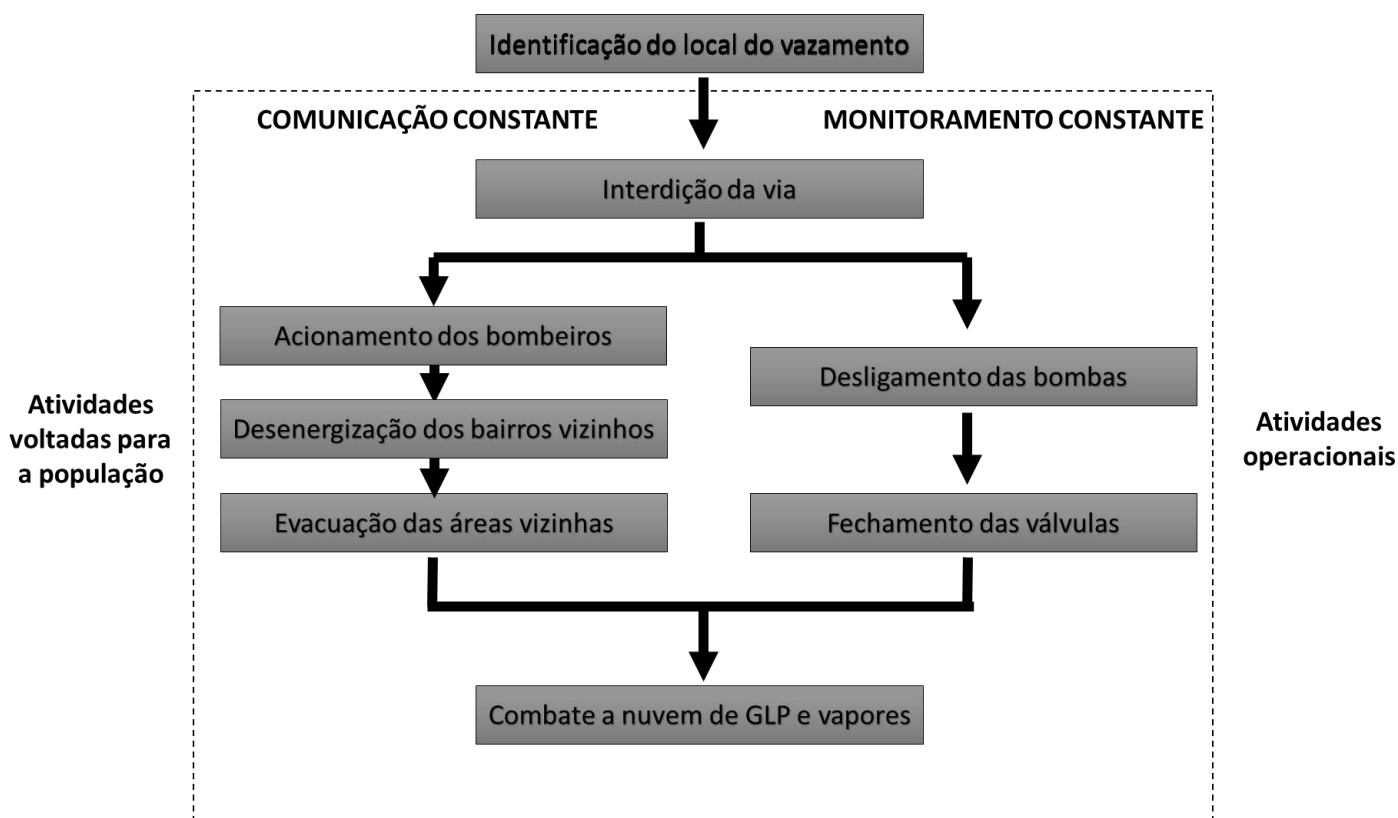
### **5.3.3 Ambientais**

Os aspectos ambientais englobam as possíveis consequências geradas a fauna e a floral local. Vazamentos podem gerar contaminação do solo, de riachos e córregos, caso sejam próximos ao local de vazamento, e até do ar, quando são vazamentos de gás ou substâncias muito voláteis.

## **5.4 Atividades críticas**

Em resposta as consequências estruturais, sociais e ambientais, medidas imediatas precisam ser tomadas. A sequência que as atividades seguirão e a interdependência entre elas, no caso em estudo, são peças chaves para uma gestão eficiente.

Antes de começar o combate ao gás vazado, diversas atividades são necessárias, como identificação, isolamento e contenção do vazamento. Paralelo a essas medidas, atividades voltadas para a segurança da população local precisam ser tomadas para evitar o agravamento das consequências e garantir que o foco das ações seja no combate a crise. Um esquema dessas ações imediatas pode ser visto na *Figura 28*.



**Figura 28** - Fluxo e interdependência das atividades críticas no vazamento de GLP.

### 5.5. Recursos críticos

Para ser possível atender as atividades críticas, diversos recursos são necessários, tais como: equipamentos de proteção individual (como máscaras de respiração autônoma, luvas botas e roupas impermeáveis - polietileno clorado, neoprene, poliuretano, viton); aparelhos para detectar a concentração dos gases combustíveis no local (como oxi-explosímetros e fotoionizadores); ônibus e hotéis para dar suporte as pessoas que foram evacuadas; medicamentos e primeiros socorros para atender aos feridos, linhas de mangueira de incêndio para neblina d'água que tem o objetivo de diminuir a nuvem de GLP; água para formação da neblina; viatura auto-bomba para bombeio da água; água para injeção no duto; e ventiladores e exaustores para reduzir a concentração de GLP no ar.

### 5.5 Parceiros essenciais

Os parceiros essenciais são todas as pessoas, empresas e associações que participam e apoiam a execução das atividades críticas no vazamento do duto. Considerando um vazamento em São Paulo, análogo ao caso de Barueri, os principais parceiros seriam: a Empresa responsável pelo duto, o Corpo de Bombeiros, a Concessionária da rodovia, a Polícia

Rodoviária, o Órgão ambiental local, a Defesa Civil Municipal e Estadual, a Polícia Militar, a Guarda Municipal, as Prefeituras, a Companhia de luz local e Hospitais públicos e privados.

## **5.6 Custos financeiros**

Os custos financeiros são dados difíceis de serem obtidos, porém, algumas considerações podem ser feitas:

- Os custos com o Corpo de Bombeiros, Polícia Rodoviária, CETESB, Defesa Civil, Guarda Municipal, Prefeituras e Hospitais Públicos não serão considerados, exceto quando existirem custos extras de alimentação, hospedagem, entre outros para garantir a permanência no local durante um longo tempo.
- Os custos com comunicação, deslocamento, alocação e comunicação, podem ser estimados:
  - i. Deslocamento da população

O deslocamento da população para hotéis nas proximidades necessita de ônibus, motorista e um guia para fornecer orientações. O aluguel do ônibus, juntamente com o motorista, varia de acordo com o modelo alugado e o tempo. Considerando um ônibus executivo com motorista, o valor médio da diária é de R\$1.000,00.

Vale ressaltar que a evacuação das redondezas engloba a evacuação de creches e escolas que precisam de um maior suporte com as crianças, até que os pais sejam informados e possam encontrar seus filhos. Esse suporte extra pode gerar custos e transtornos que precisam ser avaliados.

- ii. Hospedagens da população

A hospedagem da população evacuada é um grande custo do plano. Durante a pesquisa foram avaliados hotéis na região de Osasco, em São Paulo, devido a avaliação de um caso análogo ao acidente de Barueri. As ofertas analisadas e a média de preços obtida para duas diárias em um quarto com capacidade para 3 ou 4 pessoas em hotel de 3 estrelas foi de R\$648,00.

- iii. Deslocamento de funcionários da empresa

Outro aspecto de custo que precisa ser analisado é a necessidade de deslocamento de pessoal da empresa com urgência. Por exemplo, no caso de Barueri, a Transpetro tem sede no

Rio de Janeiro. Às vezes, se faz necessário que os responsáveis pelo plano de comando ou outras autoridades se desloquem para o local do acidente para se comunicar com os órgãos públicos locais. A presença de apoio técnico especializado também pode se fazer necessária. Esses voos de última hora entre grandes aeroportos geralmente são mais caros e devem ser contabilizados pela empresa.

Em termos ilustrativos é possível analisar a compra de um voo para a data mais próxima possível, como o dia seguinte, considerando a saída do aeroporto Santos Dumont (SDU), no Rio de Janeiro, para o aeroporto de Congonhas (CGH) em São Paulo. Os valores encontrados para janeiro de 2018 são aproximadamente R\$748,00 sem escala, muito superiores ao valor típico de uma viagem comprada com antecedência que custa em média R\$280,00 (valores estimados em janeiro para voar em Março).

#### iv. Aluguel do auditório

O aluguel do auditório é fundamental para que o porta-voz escolhido possa se comunicar com a imprensa. É fundamental informar sobre as atualizações do acidente, medidas que estão sendo tomadas e as recomendações e precauções que podem e devem ser tomadas para minimizar os riscos.

O valor dos auditórios varia de acordo com a capacidade, número de cadeiras, necessidade de microfones e localização do hotel. O valor médio encontrado foi de R\$1200,00 por 4 horas e será usado como base para um auditório localizado na cidade de São Paulo.

#### v. Publicações em jornais

Acidentes de grande porte, normalmente, apresentam grandes repercussões. Informações omitidas podem gerar, ocasionalmente, interpretações erradas, principalmente por parte da imprensa e opinião pública. Por isso, é interessante divulgar as medidas que estão sendo tomadas para reduzir os impactos do acidente, de forma que a imagem da empresa não seja condenada. Publicações em jornais de grande circulação são bons meios de divulgação. Pode ser necessário a contratação de uma assessoria de crise, para ajudar os assessores da empresa. O preço de homem hora nessas assessorias varia com o cargo do funcionário, mas uma média de R\$360,00 por hora pode ser estimada.

- Os custos ambientais também são uma realidade, devido à contaminação ao meio-ambiente gerada pela empresa. Esses custos vem na forma de multas, que são cobradas por órgãos ambientais e do governo.



Outros custos de grande impacto também são gerados no pós-crise, quando a preocupação é melhorar a reputação e a imagem da empresa. Esses custos podem vir da criação de um site que concentre todas as informações e notícias do acidente para desvincular a crise do site da empresa, de publicações de anúncios em jornais referentes a projetos sociais e ações humanitárias que a empresa tenha participado ou patrocinado, entre outras ações.

Cabe destacar, que as análises feitas até aqui são aproximações, sendo o número exato de pessoas e o custo efetivo com o plano impossível de ser aferido. Uma aproximação para o caso de Barueri, analisando apenas os custos de hospedagem e deslocamento, indica:

1. Custo de Hospedagem: para 628 pessoas são necessários 209 quartos de 3 pessoas, custando para 2 dias em média R\$ 638,00. Dessa forma, tem-se R\$ 133.342,00.
2. Custo de deslocamento: foram necessários 14 ônibus, considerando o aluguel por 2 dias com motorista, no valor de R\$ 2000,00, tem-se R\$28.000,00.

Esse valor de R\$161.342,00 estimado em valor presente, representa apenas uma parte dos custos gerados com a crise de Barueri. Os custos de acidentes de grande porte apresentam valores altos, que podem gerar crises financeiras posteriores ao acidente, levando inclusive a falência da companhia.

A imprecisão do custo total acontece, pois o planejamento pode ser alterado a qualquer momento por um novo acontecimento, assim como a época em que acontece o acidente pode alterar o número médio de pessoas na região e os preços com hotéis e deslocamento. De qualquer forma, ter um mapa com ações imediatas, agentes que precisam ser alertados e média de preços dos recursos e ações necessárias, é imprescindível para evitar pânico e custos muito acima do necessário.

## **5.7 Mapa crítico**

A partir das informações anteriores, o mapa crítico pode ser elaborado, conforme *Figura 29*.

<b>MAPA CRÍTICO</b>			
<b>CENÁRIOS CRÍTICOS</b>	<b>ASPECTOS SOCIAIS</b>	<b>ASPECTOS ESTRUTURAIS</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTAIS</b>
Incêndio em nuvem	Pessoas feridas/ Vítimas fatais	Trânsito congestionado/Rompimento da dutovia/ Interdição da Via	Poluição do córregos e riachos nos arredores/ Contaminação do solo/ Contaminação do ar
Incêndio em jato	<b>ATIVIDADES CRÍTICAS</b>		
Explosão de nuvem de vapor	Identificação do local do vazamento/ Desligamento das bombas/ Fechamento das válvulas/ Comunicação aos operadores, autoridades e população local / Interdição da via/ Isolamento da área/ Desernegização dos bairros próximos/Monitoramento constante/ Evacuação/ Combate a nuvem de GLP e vapores/Acionamento dos bombeiros.		
Explosão confinada	<b>RECURSOS CRÍTICOS</b>		
	Equipamento de proteção individual(luvas, botas e roupas impermeáveis)/ Aparelhos de detecção (oxi - explosímetros e fotoionizadores)/ Ônibus e hotéis / Linhas de mangueira de incêndio/Água/Viatura auto-bomba/ Injetor de água/ Exaustores e ventiladores/ Medicamentos.		
	<b>PARCEIROS ESSENCIAIS</b>		
<b>EVENTO CRÍTICO</b>	Empresa responsável pelo duto/ Corpo de bombeiros/ Concessionária da rodovia/ Polícia rodoviária/ Órgão Ambiental Local/ Defesa civil municipal e estadual/ Polícia militar/ Guarda municipal/ Prefeituras/ Companhia de Luz Local.		
	<b>CUSTOS FINANCEIROS</b>		
Vazamento de GLP	Aluguel ônibus por 2 dias com motorista - R\$ 830,00/Hospedagem Hotel em São Paulo - R\$ 162,00 diária por pessoa/ Passagens aéreas de última hora sem escala (Rio-São Paulo) - R\$748,00 / Aluguel de auditório no hotel- R\$1200,00/ Publicações -/ Multas ambientais		

**Figura 29** - Mapa Crítico para um caso análogo ao vazamento em Barueri.

O mapa crítico resume, objetivamente, as principais ações necessárias, recursos e parceiros que devem ser envolvidos no combate a crise. A partir dessas informações, o plano de emergência pode ser elaborado. Para isso, é necessário:

- Detalhar as atividades e recursos necessários para o combate ao vazamento. Em alguns casos, planos de atividades distintos podem ser criados, dependendo do escopo necessário para a ação. No caso estudado, poderiam ser criados planos de evacuação, interdição e isolamento, de combate a nuvem de gás, entre outros.
- Formar o plano de comando, ou seja, definir os coordenadores dos parceiros essenciais (Polícia Federal, Guarda Municipal, Órgão Ambiental local, etc) e da empresa envolvida, adicionando seus contatos para que a comunicação seja clara e as ações possam ser tomadas imediatamente.

Feito isso, o plano de emergência está elaborado, podendo apresentar tamanhos distintos, variando de acordo com o grau da crise, das ações necessárias, do número de envolvidos e dos recursos necessários.

## 6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o detalhamento e estudo prévio dos cenários de crise são peças chave para uma gestão de emergência eficaz.

Os acidentes relatados neste trabalho mostram diversas falhas no gerenciamento. No caso de Flixboroug foram verificadas falhas, especialmente, no elemento “gestão de mudanças”, no caso de Bhopal, nos elementos “integridade e confiabilidade mecânica” e “procedimentos operacionais”, e no caso de Seveso, no elemento “gestão de conhecimento dos processos”. No entanto, todos se resumem a falta de um elemento bem estruturado, a “cultura de segurança de processos”.

Os sistemas de gerenciamentos de segurança acompanham desde a formação da política empresarial até a entrega dos produtos ao cliente. O pilar compromisso com a segurança de processos define, desde o início, os valores, princípios, estrutura, política e preocupação da organização com a segurança. O pilar entendimento de perigos e riscos mostra a forma como a empresa gere os riscos e avalia os perigos, corresponde ao momento de colocar em prática o compromisso assumido com a segurança. O pilar gerenciamento de risco é a forma como a empresa executa as operações, faz a gestão das contratadas, a gestão de mudanças, cria as respostas de emergência, etc. Por fim, no pilar aprendendo com a experiência, temos os elementos que fecham o ciclo do PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), onde as lições são aprendidas, os erros corrigidos e as verificações realizadas.

Estudos realizados pelo governo japonês (SENNA, 2017) mostram que os impactos de uma crise em uma empresa sem gestão de segurança podem levar a consequências graves, podendo resultar em falência. Isso ocorre, pois, nessas empresas a situação de crise interrompe totalmente a operação, o que significa que o faturamento da empresa está parado até que a crise termine. Além disso, quando retornam suas operações, nem sempre voltam a ter a capacidade de produção original. O resultado é que algumas empresas podem fechar, gerando desemprego, redução de renda e problemas sociais que contaminam a economia local.

Já as empresas com planejamento podem, dependendo dos casos, evitar a interrupção total, mantendo um nível mínimo de produção, que garante a entrega dos produtos aos clientes sem interromper o faturamento. Outro aspecto diferencial é a velocidade de recuperação, as empresas preparadas conseguem voltar ao nível operacional anterior no menor tempo possível,

garantindo a renda e o emprego das pessoas que ali trabalham, gerando menos impactos a empresa e a economia.

Dessa forma, o gerenciamento de emergência, de forma específica, o planejamento de emergência, precisa estar bem estruturado e esclarecido dentro e fora da empresa, para que as consequências da crise possam ser as mínimas possíveis. Simulações, treinamentos, auditorias e comunicações periódicas entre os setores de dentro e fora da empresa precisam sempre ser realizados e qualquer modificação e alteração relatada no plano.

O RBPS é um sistema vivo, que exige dedicação, compromisso e cooperação constantes de todos os membros para funcionar da melhor forma possível. A presença de um sistema de resposta a emergências não garante, entretanto, que acidentes não irão acontecer, no entanto, consegue minimizar as consequências da crise e, mais importante, preservar e socorrer vidas, principal missão da segurança.

## REFERÊNCIAS

- ÁVILA, R. Como fazer o gerenciamento de riscos em projetos com uma matriz de riscos. **Luz**, 2015. Disponível em: <<https://blog.luz.vc/como-fazer/como-fazer-gerenciamento-de-riscos-em-projetos-com-matriz-de-riscos/>>. Acesso em: 22 Dezembro 2017.
- BARBOSA, Tania Mara Alves. A Resposta a Acidentes Tecnológicos: O Caso do Acidente Radioativo de Goiânia. Coimbra, 2009, 152f. Dissertação (Mestrado em Sociologia). Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.
- BBC. Como nuvem letal matou mais de 8 mil pessoas em 72 horas. **BBC Brasil**, 3 Dezembro 2014. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/12/141203\\_gas\\_india\\_20anos\\_rp](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/12/141203_gas_india_20anos_rp)>. Acesso em: 12 Agosto 2017.
- BURILLE, N. A. <http://www.sfmcc.eu/upload/grandes-acidentes-industriais-mundiais.pdf>, 2002. Acesso em: 12 set. 2017.
- CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. OSH Answers Fact Sheets. **Government of Canada**, 12 Setembro 2017. Disponível em: <[https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/hotwork.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/hotwork.html)>. Acesso em: 31 Outubro 2017.
- CCPS. **Levantamento Industrial dos Indicadores Pró-ativos de Segurança de Processos**. Nova Iorque, p. 64. 2013. Tradução por Petrobrás.
- CCPS. **Diretrizes para Risco Baseado Processo Segurança**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2014. p. 590-634.
- CCPS. **Introduction to Process Safety for Undergraduates and Engineers**. 1ª. ed. Nova Jérsei: Wiley, 2016. p. 5-52.
- CENTEMERI, L. Seveso: o desastre e a Directiva. **Laboreal**, Loughborough, 2 Dezembro 2010. Acesso em: 24 Agosto 2017.
- CETESB, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Módulo IV - Lições Aprendidas. **Prevenção, preparação e resposta à emergências e desastres químicos**, 15 Junho 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/cursode/p/modulo4-3.php>>. Acesso em: 12 Agosto 2017.
- CROWL, D. A.; LOUVAR, J. F. **Chemical Process Safety**. 2ª. ed. Nova Jersey: Prentice Hall, 1990.
- DA SILVA, R.; ADISSI, P. J. ABEPRO. **Plano de controle de emergência: um roteiro para elaboração**, Porto Alegre, 29 Novembro 2005.
- DE OLIVEIRA, M. et al. **Análise de Gerenciamento de Riscos de um Sistema de Caldeira e Vaso de Pressão - Estudo de Caso**, Belo Horizonte, 4 a 7 Outubro 2011.
- DE PAULA, G. B. Planejamento Estratégico, Tático e Operacional. **Treasy - Planejamento e Controladoria**, 2015. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/planejamento-estrategico-tatico-e-operacional>>. Acesso em: 19 Dezembro 2017.

DE SOUZA, R. G.; LIMA, G. B. A. Importância dos elementos estruturais de um programa de gestão de segurança de processo: estudo de caso em uma empresa de energia. **IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2013.

DEFESA CIVIL PARANÁ. **Guia de procedimentos para ações de proteção e defesa civil**. Paraná Governo do Estado, 2012. Disponível em: <[http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/pp\\_cartilhadefesacivil\\_versao3\\_simples.pdf](http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/pp_cartilhadefesacivil_versao3_simples.pdf)>. Acesso em: 16 Dezembro 2017.

FACTOR SEGURANÇA LTDA. **Plano de emergência na indústria**, 2002. Disponível em: <<http://www.factor-segur.pt/wp-content/uploads/2014/11/Planos-de-Emergencia-na-Industria.pdf>>. Acesso em: 13 Dezembro 2017.

FERREIRA, A. L. Plano de Emergência, uma necessidade real. **DE- SEGURANÇA**, 2014. Disponível em: <<http://www.de-seguranca.com.br/plano-de-emergencia-uma-necessidade-real/>>. Acesso em: 12 Dezembro 2017.

FERREIRA, C. C. Caso 020: As Falhas de Flixborough (1974). **Inspeção de Equipamentos: Estudo de Casos**, 13 Junho 2013a. Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com.br/2013/06/caso-20-as-falhas-de-flixborough-1974.html>>. Acesso em: 23 Julho 2017.

FERREIRA, C. C. Caso 021: O Gás de Bophal (1984). **Inspeção de Equipamentos: Estudo de Casos**, 19 Junho 2013b. Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com.br/2013/06/caso-021-o-gas-de-bophal.html>>. Acesso em: 2017 Agosto 13.

FERREIRA, C. C. Caso 074: O Legado de SEVESO, Itália (1976). **Inspeção de Equipamentos: Estudos de casos**, 1 Janeiro 2014. Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com.br/2014/06/caso-074-o-legado-de-seveso-italia-1976.html>>. Acesso em: 17 Setembro 2017.

FONTES, M. et al. TRAJETÓRIA DA ANÁLISE DE ACIDENTES INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS. **Revista Don Domênico**, São Paulo, n. 7, p. 20, Junho 2015. ISSN 2177-4641.

INTERNATIONAL CAMPAIGN FOR JUSTICE IN BHOPAL. International Campaign for Justice in Bhopal. **International Campaign for Justice in Bhopal**. Disponível em: <<https://www.bhopal.net/about-icjb/icjb-history/>>. Acesso em: 3 Agosto 2017.

KLEINE-BROCKHOFF, M. 1976: Explosão provoca vazamento de dioxina em Seveso | Os acontecimentos que marcaram o dia de hoje na História. **DW made for minds - Brasil**, 10 Julho 2013. 1-2. Disponível em: <<http://p.dw.com/p/3efT>>. Acesso em: 15 Setembro 2017.

LESS, F. P. **Loss Prevention in the Process Industries-Hazard Identification, Assessment and Control**. 2ª. ed. Loughborough: Butterworth-Heinemann, v. III, 1989. 2605-2651 p.

MACHADO, J. M. H.; PORTO, M. F. S.; FREITAS, C. M. **Perspectivas para uma Análise Interdisciplinar e Participativa (AIPA) no Contexto da Indústria de Processo**. In: Freitas, C. M.; PORTO, M. F. S.; e Machado, J. M. H. (orgs). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA). **Process Safety Management Guidelines for Compliance**. U.S. Department of Labor - Occupational Safety and Health Administration, 1994.

PASCON, P. E. Flixborough-25 anos. **Flixborough-25 anos**, Campinas, 2000. 1-5. Acesso em: 19 setembro 2017.

PROGRAMA AMBIENTAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **MANUAL DE ALERTA E PREPARAÇÃO DE COMUNIDADES PARA EMERGÊNCIAS LOCAIS**. Tradução de ABIQUIM. 1ª. ed. São Paulo: ABIQUIM, 1990.

PUIATTI, Roque. **A Convenção 174 da Organização Internacional do Trabalho e a Gestão de Prevenção de Acidentes Ampliados**. Disponível em: <[http://www.fundacaocentro.gov.br/dominios/CRPE/anexos/4\\_20%ROQUE%20GESTAOEaConvencaoOIT174.pdf](http://www.fundacaocentro.gov.br/dominios/CRPE/anexos/4_20%ROQUE%20GESTAOEaConvencaoOIT174.pdf)>. Acesso em: 22 Dezembro 2017.

SENAC. Cursos livres. **Media training**. Disponível em: <https://www.sp.senac.br/jsp/default.jsp?newsID=DYNAMIC,oracle.br.dataservers.CourseDataServer,selectCourse&course=21387&template=395.dwt&unit=NONE&testeira=1011&type=L&sub=2>. Acesso em: 12 Janeiro 2018.

SENNA, C. J. D. **Gerenciamento de Crises-usando mapas críticos para organizar o que é complexo e caótico**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

SERPA, R. R. **Plano de ação de emergência**. São Paulo. 2010.

SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. Equipe da CETESB monitora vazamento 150 toneladas de gás de cozinha em Barueri. **Governo do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/2001/06/01/equipe-da-cetesb-monitora-vazamento-150-toneladas-de-gas-de-cozinha-em-barueri/>>. Acesso em: 22 Junho 2017.

TRANSPETRO. **Vazamento de GLP Obati-Claros Barueri - SP**, São Paulo, 29 Agosto 2007. Acesso em: 12 Novembro 2017.

ULTRA SEG. **Programa de Capacitação Técnica : Lockout & Tagout**. Disponível em: <<http://www.ultraseg.com.br/treinamento/loto-lockout-tagout-bloqueio-e-sinalizacao-de-energias-perigosas>>. Acesso em: 22 Outubro 2017.

VAZ JUNIOR, C. A. Slides de Segurança do Trabalho. **Docentes Escola de Química**, 8 Setembro 2015. Disponível em: <<http://www.eq.ufrj.br/docentes/cavazjunior/aulaintro.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

ZAYED, T.; PARVIZEDGHY, L. Probabilistic Bow-Tie Model to Predict Failure Probability of Oil and Gas Pipelines. **Conference: International Pipeline Conference 2014**, Canada, 2014.

ZONA DE RISCO. Lembrança: Gás vaza, pára estrada e esvazia casas. **Acidentes, Desastres, Riscos, Ciência e Tecnologia**, 2014. Disponível em: <<https://zonaderisco.blogspot.com.br/2014/05/lembranca-gas-vaza-para-estrada-e.html>>. Acesso em: 17 Julho 2017.

ZOTES, L. P. **Administração de projetos**. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/5611755/%20-%20apresenta%C3%A7%C3%A3o%20da%20uff>>.