

RICARDO PERSICO DE OLIVEIRA

**GERENCIAMENTO DE RISCOS NO AMBIENTE  
CORPORATIVO**

**EPMI  
ESP/EST-2010  
OL4g**

**São Paulo  
2010**

**RICARDO PERSICO DE OLIVEIRA**

**GERENCIAMENTO DE RISCOS NO AMBIENTE  
CORPORATIVO**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para obtenção do título de  
Engenheiro de Segurança do  
Trabalho

v. 1

São Paulo  
2010

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Oliveira, Ricardo Persico de**  
**Gerenciamento de riscos no ambiente corporativo / R.P. de**  
**Oliveira. -- São Paulo, 2010.**  
**58p.**

**Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança  
do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.  
Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1. Riscos ocupacionais (Gerenciamento) 2. Prevenção de  
acidentes 3. Segurança no trabalho I. Universidade de São  
Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada  
em Engenharia II. t.**

**Quero agradecer a minha família, em especial a minha esposa, que soube tão bem compreender os meus momentos de ausência em função deste trabalho.**

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos os professores do PECE pelo conhecimento e experiências transmitidas durante o período de dois anos os quais convivemos juntos no curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho.

À equipe de engenheiros da Soleri do Brasil Ltda pelo apoio e liberação do estudo de caso apresentado neste trabalho.

“..... A busca constante de implementações para uma cultura prevencionista deve fazer parte dos valores essenciais da Companhia. Consequentemente uma estrutura organizacional de gerenciamento de riscos deve ser desenvolvida e mantida.”

(International Union of Public Transport)

## RESUMO

Em um mundo globalizado onde a competição, a evolução e a mudança desempenham papel importante para a inovação e o desenvolvimento das organizações, a gestão de saúde e segurança no trabalho é elemento fundamental e diferencial para o sucesso. Dentre a miríade de assuntos tratados pela gestão de saúde e segurança no trabalho, um dos principais elementos que direcionam as ações é o gerenciamento de risco, iniciado com a implementação de um processo de análise de risco. O risco deve ser visto e entendido para que as oportunidades sejam maximizadas e as potenciais perdas sejam minimizadas. Para tanto, o grande desafio está na implantação correta e eficaz de um gerenciamento de risco que trate de forma integrada as diferentes visões do risco. Este trabalho aborda os principais conceitos de gerenciamento de risco, indicando que ele deve ser modelado, discutido e seguido pelas organizações como um instrumento de tomada de decisões, tanto técnicas quanto operacionais, gerenciais e estratégicas. Como também, busca contribuir para o aperfeiçoamento operacional das empresas, apresentando um meio de melhorar sua segurança e qualificar o seu quadro funcional através da aplicação de uma técnica de análise de riscos industriais, no caso o HazOp, e da utilização dos resultados obtidos como base de conhecimento de um sistema de instrução programada para ser utilizado em treinamento técnico-operacional de funcionários.

## ABSTRACT

In a global world, where competition, evolution and continuous changes are the drivers for innovation and organizational growth, health management and work safety are key elements and success differential for companies. Among several aspects encompassed by health management and work safety, the risk management figures as one of the main elements, driven by risk analysis processes implementation. Risks shall be understood in such a way that maximizes opportunities and minimizes potential losses. This study addresses the main aspects of risk management, stating that companies shall model, discuss as well as followed as an important tool to support strategic decisions, either over technical or operational aspects. In addition, it seeks to contribute for the operational improvement of the companies, by presenting a way to optimize safety and qualification of its functional teams throughout the application of Hazard and Operability Studies (HazOp), combined with the use of its obtained results as the baseline to prepare technical and operational training to support mentoring of employees.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Acidentes de trabalho ocorridos nos últimos 39 anos.....	17
Tabela 2 - Referencial teórico sobre risco e perigo.....	20
Tabela 3 - Lista de palavras-guias utilizadas no método HazOp.....	31
Tabela 4 - Comparativo entre ferramentas de análise de riscos.....	33
Tabela 5 - Abordagem da avaliação SHAP.....	38
Tabela 6 - Perigos associados ao local.....	40
Tabela 7 - Combinações de parâmetros de processo e palavras-guias da técnica HazOp.....	41
Tabela 8 - Formulário de HazOp 1.....	44
Tabela 9 - Formulário de HazOp 2.....	45
Tabela 10 - Categoria da gravidade do perigo do estudo de caso.....	46
Tabela 11 - Nível de probabilidade de ocorrência do estudo de caso.	46
Tabela 12 – Ficha de perigo do item 1.....	49
Tabela 13 – Ficha de perigo do item 2.....	50
Tabela 14 – Ficha de perigo do item 3.....	51
Tabela 15 – Ficha de perigo do item 4.....	52
Tabela 16 – Ficha de perigo do item 5.....	53

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de gerenciamento de riscos.....	22
Figura 2 – Estrutura fundamental de uma árvore de falhas.....	29
Figura 3 - Fluxograma do processo SHAP.....	35
Figura 4 - Fluxograma de processo da estação de formulação S5.....	36
Figura 5 - Estação de Formulação S5.....	39
Figura 6 - Matriz de riscos SHAP.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAE	Análise de Árvore de Eventos
AAF	Análise de Árvore de Falhas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMFE	Análise de Modos de Falha e Efeitos
APP	Análise Preliminar de Perigos
APR	Análise Preliminar de Riscos
BS	British Standard
CLP	Controlador Lógico Programável
FAP	Fator Acidentário de Prevenção
FAT	Factory Acceptance Test
FMEA	Failure Model and Effect Analysis
HazOp	Hazard and Operability Studies
IEC	International Eletrotechnical Comission
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
ISO	International Organization for Standardization
IUPT	International Union of Public Transport
NBR	Normas Brasileiras
NTEP	Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário
OHSAS	Occupational Health & Safety Assessment Services
PDCA	Plan, Do, Check and Action
POP	Procedimento Operacional Padrão
PPP	Perfil Profissiográfico Previdenciário
RAT	Riscos Ambientais do Trabalho
SAT	Site Acceptance Test
SHAP	Safety Hazard Assessment Procedure
SR	Série de Riscos
SST	Saúde e Segurança no Trabalho
TIC	Técnica de Incidentes Críticos
WI	What-IF
WIC	What-IF and Checklist

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.2. OBJETIVO DO TRABALHO.....	16
1.3. JUSTIFICATIVA PORQUE FIZ O TRABALHO NESTE TEMA.....	16
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
2.1. CONCEITOS DE RISCO E PERIGO.....	20
2.2. GERENCIAMENTO DE RISCOS.....	21
2.3. DIAGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS.....	22
2.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCOS.....	24
2.4.1. Série de Riscos (SR).....	25
2.4.2. Análise Preliminar de Riscos (APP).....	25
2.4.3. What – If (WI).....	26
2.4.4. Checklist.....	26
2.4.5. What – If / Checklist.....	26
2.4.6. Técnica de Incidentes Críticos (TIC).....	27
2.4.7. Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA).....	27
2.4.8. Análise de Árvore de Falhas (AAF).....	28
2.4.9. Análise de Árvore de Eventos (AAE).....	29
2.4.10. Estudo de Operabilidade e Riscos (HazOp).....	30
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
3.1. APRESENTAÇÃO DA TÉCNICA SHAP.....	34
3.2. OBJETIVO DA AVALIAÇÃO SHAP.....	35
3.3. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	35
3.4. ESTUDO DE CASO APLICANDO A AVALIAÇÃO SHAP.....	37
3.4.1. Etapa 1: Funcionamento Operacional da Estação.....	37
3.4.2. Etapa 2: Identificação dos Perigos.....	39
3.4.3. Etapas 3 e 4: Determinação da Gravidade e Probabilidade de Ocorrência dos Perigos.....	45

3.4.4. Etapas 5 e 6: Desenvolvimento de Novos Meios de Controle e Registro em Fichas de Perigo SHAP.....	46
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>6. REFERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O gerenciamento de riscos consiste em um processo de controle de riscos que vem ganhando importância significativa nos setores públicos e privados no Brasil, do mesmo modo, no mundo. A implantação de um sistema de gerenciamento de riscos possibilita qualquer organização controlar de forma mais eficaz seus riscos de acidentes e doenças ocupacionais de modo a melhorar seu desempenho em Saúde e Segurança do Trabalho - SST fato este que vem ao encontro da nova legislação previdenciária brasileira sobre o Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário - NTEP e sobre o Fator Acidentário de Prevenção - FAP.

As normas do Ministério da Previdência Social que estabeleceram o NTEP estão em vigor desde abril de 2007 e o FAP, depois de três adiamentos, finalmente entrou em vigência em janeiro de 2010.

A aplicação destas medidas aprovadas no Congresso Nacional e sancionadas pelo presidente do Brasil faz parte de uma mudança de paradigma na legislação previdenciária do País. Isso porque o Decreto nº 6.042, que regulamentou o NTEP e FAP, estimula o investimento em saúde ocupacional, permitindo flexibilizar as alíquotas de contribuição das empresas ao Seguro Acidente de Trabalho - SAT, agora denominada Riscos Ambientais do Trabalho - RAT.

Assim, a empresa que fizer uma gestão eficiente da segurança e saúde de seus empregados poderá se beneficiar de uma redução do valor do seguro de acidente de trabalho em até 50%. Para as empresas com maior número de empregados, a redução poderá ser significativa, pois o seguro incide sobre a folha de pagamento a cada mês. Entretanto, as empresas que não derem atenção à segurança no trabalho ficarão sujeitas a um seguro mais elevado, de até 100%, se derem causa a

muitos acidentes, com afastamento superiores a 15 dias, ou doenças do trabalho.

Juntamente com o Perfil Profissiográfico Previdenciário – PPP que é um documento histórico-laboral do trabalhador, apresentado em formulário instituído pelo Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, contendo informações detalhadas sobre as atividades do trabalhador, exposição a agentes nocivos à saúde, resultados de exames médicos e outras informações de caráter administrativo, que entrou em vigor em janeiro de 2004, o NTEP e o FAP representam uma nova percepção da Previdência em relação ao acidente de trabalho. Com esses instrumentos, a Previdência Social visa proporcionar aos trabalhadores um ambiente laboral mais salubre, além da certeza de que os agravos a sua saúde ou integridade física serão adequadamente caracterizados. Aos empregadores, a redução tributária torna-se uma vantagem competitiva às boas empresas, gerando eventuais ganhos de imagem mercadológica quanto ao item segurança e saúde do trabalho.

Portanto, um programa de gerenciamento de riscos faz parte das melhores práticas para o controle de riscos, tanto no âmbito corporativo quanto no estratégico, e é também um caminho em busca da melhoria das atividades operacionais e consequentemente ao atendimento da nova legislação.

O gerenciamento de riscos é um processo que pode ser aplicado a qualquer tipo de organização em todos os níveis e também a indivíduos.

Em adição, para firmarmos a importância da implantação de um plano de gerenciamento de riscos, será apresentado um estudo de caso, realizado em uma estação de formulação de xampu onde foi aplicada a técnica HazOp para análise de riscos. Como preparação teórica para o estudo de caso serão descritas as principais ferramentas e práticas para análise de riscos bem como a utilização destas oportunidades para

melhorar o desempenho e a implantação de ações para evitar ou reduzir as possibilidades de que algo saia errado.

## 1.2. OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem o objetivo de apresentar a importância da adoção de um programa de gerenciamento de riscos pelas empresas que permita às mesmas reduzirem os riscos operacionais existentes em seu processo industrial. Dessa maneira, buscar a melhoria da segurança contemplando o sistema de forma integrada, ou seja, não somente pelo prisma do processo industrial, como também sob o ponto de vista dos profissionais responsáveis pelo funcionamento do processo.

O enfoque principal deste trabalho será a apresentação de um método sistemático de análise e avaliação de riscos que possibilite o estudo detalhado e o levantamento completo dos fatores operacionais que possam provocar falhas no processo. Este conhecimento previamente adquirido, oriundo do método sugerido, poderá ser utilizado no treinamento técnico e operacional dos profissionais envolvidos no processo produtivo das plantas industriais.

## 1.3. JUSTIFICATIVA PORQUE FIZ O TRABALHO NESTE TEMA

Analizando a proposta do gerenciamento de riscos de acordo com a ISO 31000 (2009), pode-se observar a importância do elemento humano como um fator de risco, dentro de um processo industrial.

Porém, não são raras as organizações que ainda desconsideram este aspecto e, o que é mais alarmante, várias são as organizações que desconhecem e não analisam os riscos de seus processos operacionais.

Ainda mais, considerando que o gerenciamento de risco no Brasil não é uma prática tão nova.

De acordo com o Anuário Brasileiro de Proteção (2010), estatísticas demonstram que a ocorrência de acidentes de trabalho está em alta, os agravos subiram 13,4% em relação aos registros de 2007.

Na tabela 1, abaixo, estão apresentadas as estatísticas de acidentes de trabalho ocorridos nos últimos 39 anos no Brasil.

**Tabela 1: Acidentes de Trabalho ocorridos nos últimos 39 anos**

Número de Acidentes e Doenças do Trabalho no Brasil, de 1970 a 2008

Ano	Trabalhadores	Quantidade de Acidentes do Trabalho				Total Acidentes	Acidentes / 10 mil trab.	Óbitos	Óbitos / 100 mil trab.	Óbitos / 10 mil agrav.					
		Com CAT Registradas		Sem CAT											
		Tipos	Trânsito	Doença	Registradas										
1970	7.284.022	1.199.672	14.502	5.937	-	1.220.111	16.751	2.252	31	16					
1971	7.555.472	1.308.336	18.138	4.050	-	1.350.523	17.815	2.587	34	18					
1972	8.148.387	1.479.318	23.389	2.018	-	1.504.723	18.465	2.854	35	19					
1973	10.956.958	1.602.517	26.395	1.784	-	1.632.696	14.901	3.173	29	19					
1974	11.537.024	1.756.649	38.273	1.839	-	1.795.761	15.574	3.433	33	21					
1975	12.095.795	1.899.689	44.307	2.181	-	1.918.187	14.744	4.001	31	21					
1976	14.945.480	1.002.803	46.384	2.568	-	1.743.825	11.668	3.900	28	22					
1977	16.589.605	1.562.957	48.780	3.013	-	1.614.760	8.734	4.446	27	28					
1978	16.638.799	1.497.934	48.511	5.016	-	1.551.461	9.324	4.342	26	28					
1979	17.637.127	1.388.525	52.279	3.823	-	1.444.827	8.191	4.673	26	32					
<b>Média anos 70</b>	<b>12.420.822</b>	<b>1.555.843</b>	<b>36.497</b>	<b>3.227</b>	-	<b>1.575.566</b>	<b>13.697</b>	<b>3.604</b>	<b>29</b>	<b>23</b>					
1980	16.686.355	1.404.531	55.957	3.713	-	1.464.211	7.836	4.824	26	33					
1981	19.180.535	1.215.539	51.722	3.204	-	1.270.465	6.621	4.806	25	38					
1982	19.470.302	1.117.032	57.874	2.766	-	1.178.472	6.051	4.498	23	36					
1983	19.671.128	943.110	58.899	3.016	-	1.003.115	5.009	4.214	21	42					
1984	19.673.915	90.238	57.054	3.233	-	961.575	4.886	4.508	23	47					
1985	21.151.994	1.010.340	63.615	4.006	-	1.077.861	5.096	4.384	21	41					
1986	22.103.827	1.129.152	72.693	6.014	-	1.237.850	6.460	4.578	21	36					
1987	22.617.787	1.065.912	64.830	6.382	-	1.132.124	6.026	5.734	26	50					
1988	23.661.579	825.364	60.202	5.025	-	991.591	4.191	4.816	20	47					
1989	24.486.553	825.061	58.524	4.838	-	888.413	3.628	4.554	19	51					
<b>Média anos 80</b>	<b>21.077.804</b>	<b>1.053.509</b>	<b>59.937</b>	<b>4.220</b>	-	<b>1.118.071</b>	<b>5.388</b>	<b>4.672</b>	<b>22</b>	<b>42</b>					
1990	23.198.656	632.012	56.343	5.217	-	653.572	2.990	5.355	23	77					
1991	23.004.264	579.362	46.679	6.281	-	632.322	2.749	4.527	20	72					
1992	22.272.843	490.916	53.299	8.299	-	592.514	2.391	3.316	18	68					
1993	23.166.027	374.167	22.709	15.417	-	412.293	1.780	3.110	13	76					
1994*	23.867.241	360.210	22.824	15.270	-	388.304	1.641	3.129	13	81					
1995**	23.755.736	374.700	28.791	20.646	-	424.137	1.785	3.967	17	94					
1996	23.850.912	325.870	34.880	34.889	-	395.455	1.659	4.486	18	113					
1997	24.104.428	347.482	37.213	36.648	-	421.343	1.748	3.469	14	82					
1998	24.491.853	347.738	36.114	30.489	-	414.341	1.682	3.763	15	92					
1999	24.993.265	328.404	37.513	23.903	-	387.820	1.552	3.896	16	100					
<b>Média anos 90</b>	<b>23.548.341</b>	<b>414.889</b>	<b>35.618</b>	<b>19.706</b>	-	<b>470.210</b>	<b>1.999</b>	<b>3.925</b>	<b>17</b>	<b>85</b>					
2000	26.228.629	304.960	38.300	19.605	-	363.868	1.587	3.094	12	85					
2001	27.189.614	282.965	38.799	18.487	-	340.251	1.251	3.763	10	81					
2002	28.683.913	322.879	46.881	22.311	-	398.071	1.370	2.986	10	76					
2003	29.544.927	325.572	49.842	23.858	-	399.077	1.351	2.674	9	67					
2004	31.407.578	375.171	60.335	30.194	-	465.700	1.483	2.839	9	61					
2005	33.238.617	398.613	67.971	33.066	-	409.680	1.503	2.766	8	55					
2006	35.155.249	407.426	74.836	30.120	-	312.232	1.457	2.736	8	55					
2007	37.807.430	417.030	78.005	22.347	141.108	659.523	1.754	2.845	8	43					
2008	39.441.156	436.596	88.158	18.578	202.305	747.603	1.896	2.757	7	37					
<b>Média anos 00</b>	<b>32.055.280</b>	<b>385.796</b>	<b>60.525</b>	<b>24.297</b>	<b>171.752</b>	<b>486.785</b>	<b>1.495</b>	<b>2.833</b>	<b>9</b>	<b>62</b>					
<b>Total</b>	<b>13.120.545</b>	<b>1.865.244</b>	<b>493.194</b>	<b>313.603</b>	<b>38.019.538</b>	<b>-</b>	<b>147.504</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>					
<b>Média Geral</b>	<b>22.052.493</b>	<b>854.373</b>	<b>47.827</b>	<b>12.509</b>	<b>171.752</b>	<b>923.578</b>	<b>5.751</b>	<b>3.782</b>	<b>20</b>	<b>53</b>					

**Fonte: Revista Proteção (2010)**

Alguns países adotaram medidas que obrigaram as organizações a melhorarem a segurança de seus processos industriais. Este é o caso dos EUA, onde a *Occupational Health and Safety Assessment - OSHA* publicou uma norma denominada *Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals*. Segundo ARENDT (1993), esta norma requer que as empresas que trabalhem com substâncias perigosas, além de possuir

um limite determinado, desenvolvam e implementem um sistema de gerenciamento de segurança de seus processos industriais, o qual deve ser mantido durante toda a vida útil da unidade e ser orientado, fundamentalmente, à proteção dos seus trabalhadores.

A essência da norma OSHAS 18001 (2007) é a exigência do desenvolvimento de análise de riscos para antecipação dos riscos industriais, de forma a garantir o máximo de segurança à operação do processo industrial. Porém, outros requisitos de fundamental importância dentro desta norma são a instituição da participação e do treinamento dos funcionários por parte das organizações, ênfase à importância da saúde e da segurança de maneira ampla e nivelada, avaliação do atendimento a requisitos legais e outros, requisitos para investigação de acidentes e alinhamento com as normas ISO 14001 (2004) e ISO 9000 (2004), permitindo assim, o desenvolvimento de sistemas integrados de gerenciamento.

A norma requer que as empresas preparem programas que incluam a participação ativa dos trabalhadores em termos de identificação e conhecimento dos riscos, e na investigação de acidentes. Com estas medidas, a OSHAS 18001 (2007) e a publicação da norma Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes ABNT NBR ISO 31000 (2009) são fundamentais para implantação de um programa eficaz de gerenciamento de riscos e o treinamento de pessoal em busca da melhoria da segurança de processos e da prevenção de acidentes industriais.

Reforçando os aspectos enfatizados e expostos acima, podemos afirmar que um conhecimento profundo sobre o processo e sobre o desempenho das variáveis operacionais são componentes essenciais para a melhoria da confiabilidade humana.

O IIDA (1991) salienta que, apesar do treinamento nem sempre ser eficaz na redução da incidência de erros humanos, aumenta a

sensibilidade quanto à sua identificação, aumentando a probabilidade para que sejam corrigidos a tempo.

Neste sentido, o IIDA cita uma frase do matemático Hadamard:

"Ao fazer cálculos matemáticos, cometo tantos erros como qualquer estudante neófito. A única diferença é que sei quando cometo erros e os corrojo a tempo, não deixando que eles influenciem no resultado final".

Portanto, como no Brasil a ausência de uma consciência sobre os riscos operacionais e a falta de treinamento adequado de funcionários ainda são constantes no setor industrial, qualquer iniciativa no sentido de minimização de riscos e melhoria das condições de trabalho deve ser considerada válida e implementada o mais brevemente possível por empresas que possuam consciência de seu valor social. Daí a importância da implantação de um programa de gerenciamento de riscos no ambiente corporativo, que neste trabalho, será apresentado através de um estudo de caso.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CONCEITOS DE RISCO E PERIGO

Há uma grande confusão sobre os conceitos utilizados para a definição de risco e perigo, normalmente empregados para representar algo que pode gerar algum tipo de dano. Contudo, seus significados são completamente distintos. Neste trabalho adotei perigo como uma fonte potencial de dano, como, por exemplo, um choque elétrico produzido por um equipamento durante procedimento de manutenção e/ou operação. Já o risco como um valor estimado que leva em consideração a probabilidade de ocorrência de um dano e a gravidade de tal dano.

Os termos risco e perigo podem ser interpretados em diferentes dimensões: científica, política, social, econômica, por exemplo, de modo que existem diferentes definições na literatura KOLLURU (1996). Para melhor expor os conceitos de risco e perigo vide na tabela 2 alguns referenciais teóricos de autores cujo foco era a saúde ocupacional.

**Tabela 2: Referencial teórico sobre risco e perigo**

Risco	Perigo
“Risco é a probabilidade ou chance de lesão ou morte” (Sanders e McCormick, 1993, p. 675).	“Perigo é uma condição ou um conjunto de circunstâncias que têm o potencial de causar ou contribuir para uma lesão ou morte” (Sanders e McCormick, 1993, p. 675).
“Risco (...) é uma função da natureza do perigo, acessibilidade ou acesso de contato (potencial de exposição), características da população exposta (receptores), a probabilidade de ocorrência e a magnitude da exposição e das consequências (...)” (Kolluru, 1996, p. 1.10).	“Um perigo é um agente químico, biológico ou físico (incluindo-se a radiação eletromagnética) ou um conjunto de condições que apresentam uma fonte de risco mas não o risco em si” (Kolluru, 1996, p. 1.13).
“(...) risco é um resultado medido do efeito potencial do perigo” (Shinar, Gurion e Flascher, 1991, p. 1095).	Perigo é a situação que contém “uma fonte de energia ou de fatores fisiológicos e de comportamento/conduita que, quando não controlados, conduzem a eventos/ocorrências prejudiciais/nocivas” (Shinar, Gurion e Flascher, 1991, p. 1095, apud. Grimaldi e Simonds, 1984, p. 236).
“2. Possibilidade de perigo, incertos mas previsíveis, que ameaça de dano a pessoa ou coisa” (Michaelis, 2002).	“1. Situação que prenuncia um mal para alguém ou para alguma coisa. 2. Risco, inconveniente” (Michaelis, 2002).

**Fonte: ABERGO 2002**

Os primeiros trabalhos realizados sobre o perigo focavam no aspecto físico das perdas, visto serem trabalhos muito ligados à engenharia. Eram trabalhados que tinham como objetivo reduzir os impactos através da implementação de medidas estruturais. O risco, embora não seja sinônimo de perigo, está intimamente ligado a este. O nível de risco varia segundo o nível de perigo, bem como também com a exposição e a vulnerabilidade ao perigo. Frequentemente o risco é visto como o produto entre a probabilidade de ocorrência de perigo e da perda prevista. O risco não depende apenas dos fatores físicos do ambiente, está também ligado com fatores sócio econômicos, que são integrados na vulnerabilidade de uma população. O grau de preparação, de alerta e as medidas de mitigação podem ser vitais para alterar o risco. O mesmo acontecimento em zonas bem preparadas tem consequências bastante mais suaves do que num local em que não existe qualquer plano de preparação.

O conceito de risco em função da probabilidade, como é atualmente conhecido, é fruto de uma evolução do conhecimento humano. À medida que o conhecimento científico e tecnológico evoluía, a probabilidade começou a ser utilizada para expressar previsões de situações e eventos perigosos (principalmente os da natureza) que eram desvendados (HEINRICH, 2004, p.17).

## 2.2. GERENCIAMENTO DE RISCOS

Também conhecido como *risk management*, do inglês, o gerenciamento de riscos é a administração através do controle de um determinado risco. Segundo CAMPOS (1998), não há atividade sem risco, portanto, “não há alternativa aos empresários a não ser administrar, gerenciar ou criar um sistema de gerenciamento para os riscos existentes em suas organizações. Até porque, não existe modelo em que se obtenham bons resultados sem forte implicação por parte da alta direção”.

Teve seu início nos EUA e em alguns países da Europa, logo após a Segunda Guerra Mundial, quando se começou a estudar a possibilidade

de redução de prêmios de seguros e a necessidade de proteção da empresa frente a riscos de acidentes.

Segundo DE CICCO e FANTAZZINI (2003):

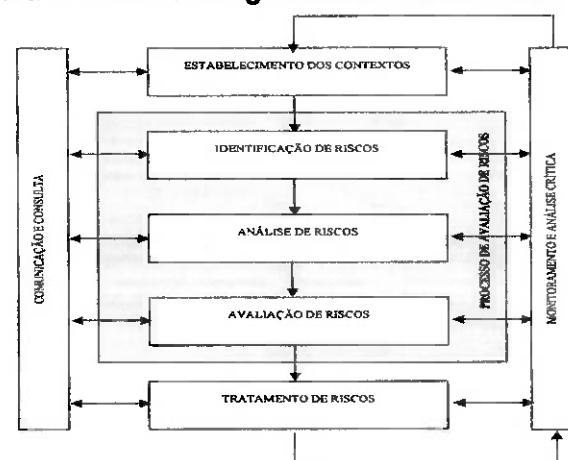
"(...) Gerência de Riscos é a ciência, a arte e a função que visa a proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros de uma empresa, quer através da eliminação ou redução de seus riscos, quer através do financiamento dos riscos remanescentes, conforme seja economicamente mais viável".

O gerenciamento de riscos visa à busca de todas as causas básicas de todos os acidentes que possam ocorrer ou que tenham acontecido numa organização, ou seja, a ênfase é em se relatar todos os acidentes que possam causar ou que tenham potencial de causar algum tipo de dano.

### 2.3. DIAGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

Segundo a ISO 31000 (2009), o diagrama apresentado na figura 1 representa o conceito do gerenciamento de risco que é proteger o patrimônio da empresa, através da identificação dos riscos, sejam relacionados à propriedade, ao pessoal, aos processos, ao produto, ao equipamento ou ao ambiente. Após a identificação, os riscos são analisados em termos de severidade e freqüência e avaliados quanto à categoria do risco.

**Figura 1: Processo de gerenciamento de riscos**



Fonte: ISO 31000: 2009

O FARBER (1992), define que:

"(...) a empresa nacional precisa criar a sua própria estrutura de análise de riscos, treinando seus funcionários e habilitando-os na utilização das técnicas de análise (...) faz-se necessário a adoção de uma metodologia estruturada no combate aos riscos, partindo-se do pressuposto que há o apoio e conscientização da diretoria para o fato de que a análise de riscos não é um fim em si mesmo, e sim, a primeira etapa antes da adoção de medidas preventivas ou corretivas".

Segundo a norma ISO 31000 (2009) o gerenciamento de riscos deve ser integrado à política de gerenciamento da organização. A diretoria ou os executivos seniores devem ser os responsáveis pelo estabelecimento da política de gerenciamento dos riscos. A política é um documento sucinto, de nível superior, que aprova uma abordagem para o gerenciamento de riscos e também cria as ligações com outras estratégias da empresa. Ela deve ser incorporada às demais políticas de gerenciamento da organização.

Ainda segundo a ISO 31000 (2009), o comprometimento da direção e dos executivos seniores da organização na implantação de um programa de gerenciamento de riscos é fundamental para o seu sucesso, depende amplamente do patrocínio e apoio dos mesmos. O programa de gerenciamento de riscos precisa realmente tornar-se parte da filosofia e dos objetivos e das boas práticas de toda a organização. Deve ser parte integrante dos planos, atividades e programas de treinamento da empresa. É fundamental a participação e o envolvimento do pessoal das áreas operacionais para construção de uma base sólida para alavancar o programa de gerenciamento de riscos de forma eficaz.

A direção da organização deve assegurar que seja realizada uma análise crítica do sistema de gerenciamento de riscos a intervalos especificados, que permitam garantir sua contínua adequação e eficácia em atender os requisitos e as normas de gerenciamento de riscos, como por exemplo, a ISO 31000 (2009). O gerenciamento de risco é um processo de melhoria contínua que a cada ciclo deve ser atualizado conforme os resultados do monitoramento e análise crítica. Atualmente,

as leis, as normas e a própria sociedade exige que as organizações atuem de forma sustentável. Uma medida básica de comprometimento da alta direção com esta questão é um bom programa de comunicação e consulta às partes interessadas envolvidas internas e externas, conforme apropriado, em cada etapa do processo de gerenciamento de riscos e em relação ao processo como um todo.

## 2.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCOS

A ascensão do desenvolvimento industrial fez com que as empresas se deparassem cada vez mais com situações inusitadas, que embora trouxessem grandes perspectivas de crescimento, produziram também um aumento considerável no número de acidentes e incidentes e de anormalidades durante o desenvolvimento das atividades. Isso levou as empresas a se preocuparem cada vez mais com os recursos disponíveis de mão de obra, materiais e equipamentos de forma a buscarem o controle de seus processos internos.

Segundo DE CICCO e FANTAZZINI (2003), a maioria dos esforços despendidos por parte das organizações na área de segurança, de modo a mitigar os efeitos dos riscos, são baseados em avaliações pós-fato, ou seja, os técnicos de segurança concentravam a maioria de seus esforços na solução dos problemas e não em medidas preventivas de forma a evitar a que os mesmos ocorram.

Prevenir, prever falhas e acidentes, minimizar consequências, auxiliar na elaboração de planos de emergência, estes são alguns dos objetivos da execução de análise de riscos em plantas industriais. No entanto, a consagração destes resultados requer a adoção de uma metodologia sistemática e estruturada de identificação e avaliação de riscos, fato este que se verifica através da utilização das técnicas de análise de riscos.

De acordo com FARBER (1992), as técnicas de análise de riscos permitem abranger todas as possíveis causas de acidentes com danos à propriedade, ao ambiente, aos resultados financeiros e ao trabalhador.

Algumas das principais técnicas utilizadas pela análise de riscos não estão ainda suficientemente disseminadas e, consequentemente, popularizadas. A seguir, são apresentadas breves descrições sobre as técnicas de análise de riscos mais utilizadas:

#### 2.4.1. Série de Riscos (SR)

Esta é uma técnica básica da análise de riscos que parte do pressuposto que um evento catastrófico é precedido de uma série de riscos, que contribuem entre si para promover um acidente. Através desta técnica podemos identificar os riscos: principal, inicial e contribuintes.

#### 2.4.2. Análise Preliminar de Perigos (APP)

Este método corresponde a uma adaptação da Norma Militar Norte Americana MIL-STD-882, DE CICCO e FANTAZINNI (2003). A APP consiste na tabulação de perigos, suas causas, suas possíveis consequências, a magnitude destas consequências, a definição de medidas preventivas ou corretivas e responsáveis por ações previstas em decorrência da identificação de perigos.

Normalmente é a primeira técnica aplicada durante a análise de riscos de sistemas em fase de concepção e/ou projeto, principalmente quando do uso de novas tecnologias que necessitem de maiores informações sobre os seus riscos. Através desta técnica, uma análise superficial dos riscos é realizada ainda na fase de projeto do processo, de modo que as mudanças necessárias, devido aos riscos identificados, não implicam em gastos expressivos, sendo mais fácil a sua execução.

#### 2.4.3. What-if (WI)

Conforme FREITAS (2006) o método *What-IF* é:

“(...) técnica que examina ordenadamente as respostas do sistema frente às falhas. Para esta técnica se faz necessária a constituição de uma equipe com conhecimentos sobre o processo a ser analisado e sobre sua operação. A equipe busca responder a questões do tipo “O que... se... ?” na tentativa de identificar os riscos potenciais presentes no processo.”

Este tipo de análise pode ser aplicado a qualquer processo industrial em qualquer estágio de seu projeto ou desenvolvimento. No entanto, por não ser tão sistemática quanto outras técnicas de análise de riscos, sendo seus resultados extremamente dependentes da experiência e do conhecimento do grupo de análise, a técnica WI é normalmente utilizada como complemento ou parte auxiliar de outras técnicas como Checklist, HazOp e FMEA.

#### 2.4.4. Checklist

Os checklists são comumente usados para identificar os riscos associados a um processo e para assegurar a concordância entre as atividades desenvolvidas e os procedimentos operacionais padronizados. Através desta técnica, diversos aspectos do sistema são analisados por comparação com uma lista de itens pré-estabelecidos, criada com base em processos similares, na tentativa de descobrir e documentar as possíveis deficiências do sistema. Normalmente, os checklists são utilizados para embasar ou fortalecer os resultados obtidos por outras técnicas de análise de riscos. São comuns checklists de partes de equipamentos ou processos operacionais de unidades industriais e de procedimentos de segurança padronizados.

#### 2.4.5. What-if / Checklist (WIC)

Como o nome prevê, esta técnica une as características das técnicas What-if e Checklist, combinando o “*brainstorming*” gerado pela primeira com a característica sistemática apresentada pela segunda,

resultando, desta forma, em uma análise mais detalhada e completa do sistema.

#### 2.4.6. Técnica de incidentes críticos (TIC)

Conforme DE CICCO E FANTAZZINI (1988, p.81) a TIC é:

"(...) um método para identificar erros e condições inseguras, que contribuem para os acidentes com lesão, tanto reais como potenciais, através de uma amostra aleatória estratificada de observadores participantes, selecionados dentro de uma população."

Este é um procedimento relativamente novo dentro da análise de riscos, resultado de estudos no Programa de Psicologia de Avaliação da Força Aérea dos Estados Unidos. Esta técnica busca identificar os riscos de um sistema através da análise do histórico de incidentes críticos ocorridos, os quais são levantados por intermédio de entrevistas com as pessoas que possuem uma boa experiência sobre o processo em análise.

#### 2.4.7. Análise de modos de falha e efeitos (AMFE)

O AMFE ou *Failure Mode & Effect Analysis - FMEA* permite analisar o modo de falha, ou seja, como podem falhar os componentes de um equipamento ou sistema, estimar as taxas de falhas, determinar os efeitos que poderão advir e, consequentemente, estabelecer mudanças a serem realizadas para aumentar a probabilidade do sistema ou do equipamento, para funcionar realmente de maneira satisfatória e segura PALADY (1997).

Segundo BROWN (1998), os principais objetivos do método são:

- Revisar sistematicamente os modos de falhas de componentes para garantir danos mínimos ao sistema;
- Determinar os efeitos dessas falhas em outros componentes do sistema;

- Determinar a probabilidade de falha com efeito crítico na operação do sistema;
- Apresentar medidas que promovam a redução dessas probabilidades, através do uso de componentes mais confiáveis, redundâncias, etc.

Portanto, o FMEA envolve um estudo detalhado e sistemático das falhas de componentes e/ou sistemas mecânicos. Nesta análise, os modos de falhas de cada componente do sistema são identificados e os efeitos destas falhas no sistema são avaliados, sendo propostas medidas de eliminação, mitigação ou controle das causas e consequências destas falhas. Como este tipo de análise se preocupa essencialmente com componentes mecânicos de um sistema, problemas relacionados a processos químicos, os quais envolvem substâncias químicas reativas, podem ser negligenciados e, portanto, não devem ser analisados apenas pela FMEA.

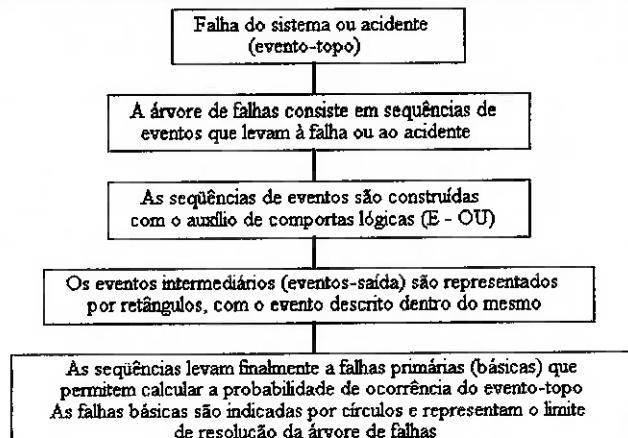
Apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, pela sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Assim, ela atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Tem sido empregada também em aplicações específicas tais como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e nas indústrias de alimentos, farmacêuticas e cosméticas.

#### 2.4.8. Análise de árvore de falhas (AAF)

Segundo DE CICCO e FANTAZZINI (2003) a AAF foi desenvolvida pelos *Laboratories Bell Telephone*, em 1962, a pedido da Força Aérea Americana, com o objetivo de contribuir para a identificação das prováveis falhas no controle do míssil balístico "Minuteman".

Ainda, de acordo com DE CICCO e FANTAZZINI (2003) esta técnica é uma metodologia de raciocínio dedutivo que parte de um evento, uma falha específica de um sistema, denominado evento topo, e busca determinar as relações lógicas de falhas de componentes e erros humanos que possam gerar este evento. A análise é realizada através da construção de uma árvore lógica, partindo do evento topo para as falhas básicas, vide figura 2. Esta técnica é muito utilizada para quantificar a frequência ou a probabilidade de falha de um sistema, ou seja, a sua confiabilidade.

**Figura 2 - Estrutura fundamental de uma árvore de falhas**



Fonte: HENLEY E KUMAMOTO (1981)

#### 2.4.9. Análise de árvore de eventos (AAE)

Conforme ESTEVES (198-?), a técnica busca determinar as frequências das consequências decorrentes dos eventos indesejáveis, utilizando encadeamentos lógicos a cada etapa de atuação do sistema.

Nesta análise, parte-se de um evento básico, resultante de uma falha específica de um equipamento ou erro humano, denominado evento iniciador, para determinar um ou mais estados subsequentes de falha possíveis. Desta forma, a AAE considera a ação a ser tomada pelo operador ou a resposta do processo para o evento inicial. Como na técnica AAF, aqui também é desenvolvida uma árvore, partindo-se do

evento iniciador, de sorte a quantificar as probabilidades de falha do sistema.

#### 2.4.10. Estudo de operabilidade e riscos (*Hazard and Operability Studies - HazOp*)

A utilização deste método, desenvolvido na década de 1960 pela *Imperial Chemical Industries – ICI*, teve forte impulso a partir de 1977, com sua publicação no Guia da Associação das Indústrias Químicas do Reino Unido (*Chemical Industries Association – CIA*). Esta indústria química britânica buscava desenvolver um método para analisar os perigos em um processo a partir das condições básicas de operação, efetuando modificações nos parâmetros de processo e observando as consequências destas mudanças NOLAN (1994).

Um estudo de HazOp é um processo detalhado de identificação dos riscos e problemas de operação, realizado por uma equipe. HazOp trata da identificação de desvios potenciais de intenções do projeto, do exame das suas causas possíveis e da avaliação de suas consequências, (tradução nossa), (BS IEC, 2001).

Portanto, o HazOp foi desenvolvido para mitigar eficiente e detalhadamente as variáveis de um processo, possuindo uma forte semelhança com a técnica FMEA. Através da utilização do HazOp, podemos sistematicamente identificar os caminhos pelos quais os equipamentos do processo podem falhar ou ser erroneamente operados.

A técnica é desenvolvida por uma equipe multidisciplinar que discute metódicamente o projeto da instalação, sendo guiadas pela aplicação de palavras específicas, palavras-guias, a cada variável do processo, gerando os desvios dos padrões operacionais, os quais são analisados em relação às suas causas e consequências.

A base do HazOp é um “exame através de palavras guias” em uma busca deliberada dos desvios das condições de projeto. Para facilitar o exame, o sistema é dividido em partes de maneira que a condição de projeto para cada parte pode ser adequadamente definida. O tamanho de cada parte depende da complexidade do sistema e da severidade do perigo, (tradução nossa), (BS IEC, 2001).

Abaixo, na tabela 3, temos uma lista de palavras-guias normalmente utilizadas no método HazOp.

**Tabela 3: Lista de palavras-guias utilizadas no método HazOp**

Palavra-guia	Significado	Comentário
Não	Completa negação de finalidade	Nenhuma parte do plano foi atingida
Mais, Menos	Incremento quantitativo	Refere-se a quantidades e propriedades, como medida de escoamento e temperatura, calor e reação.
Tanto quanto	Incremento qualitativo	Todas as intenções de projeto foram atingidas, junto com alguma atividade adicional.
Parte de	Decréscimo qualitativo	Apenas algumas intenções foram atingidas.
Outro	Substituição completa	Nenhuma parte do plano original foi alcançada, algo diferente aconteceu.
Mais cedo, Mais tarde	-	-
Outro lugar	-	-

Fonte BS IEC, 2001 (Adaptado)

A composição básica de uma equipe multidisciplinar de HazOp, sugerida pela BS IEC (2001), inclui:

- **Líder de HAZOP:** perito na técnica HazOp e, preferencialmente, independente da planta ou projeto que está sendo analisado. Sua função é garantir que o grupo siga os procedimentos do método HazOp e que se preocupe mais em identificar riscos e problemas operacionais do que resolvê-los. Esta pessoa deve ter como principal característica prestar atenção meticolosa aos detalhes da análise.
- **Coordenador do Empreendimento:** responsável por manter os custos do projeto dentro do orçamento. Ele deve ter consciência de que quanto mais cedo forem descobertos riscos ou problemas operacionais, menor será o custo para contorná-los.

- **Engenheiro de processos:** normalmente um dos técnicos que participou da elaboração dos fluxogramas do processo. É necessário que o mesmo domine o processo em avaliação.
- **Engenheiro de automação:** sua participação é recomendável mesmo nos casos em que a instalação em análise não tenha automatização, posto que a sua contribuição pode ser decisiva na proposição de dispositivos de monitoração e controle para os perigos detectados.
- **Engenheiro eletricista:** necessário sempre que o projeto envolver aspectos de uso/fornecimento de energia, particularmente em processos contínuos.

Além das pessoas recomendadas acima, poderá ser necessário o auxílio de especialistas em aspectos operacionais específicos ou do projeto, como controle de processos, incêndios, computação, etc.

De acordo com KLETZ (1999), no HazOp, a operabilidade é tão importante quanto a identificação de perigos. Geralmente neste tipo de estudo são detectados mais problemas operacionais do que identificação de perigos, aumentando sua importância, pois a diminuição dos riscos está diretamente ligada à eliminação de problemas operacionais. A eliminação dos problemas operacionais recai na diminuição do erro humano, decrescendo assim o nível de risco e dos consequentes impactos ambientais.

Por ser completa, sistemática e relativamente pouco complexa de ser aplicada, o HazOp é uma das técnicas de análise de riscos mais populares para mitigação de processos industriais.

Em instalações novas, o HazOp deve ser desenvolvido na fase em que o projeto se encontra razoavelmente consolidado, pois o método requer consultas a desenhos, fluxogramas de processos e plantas de disposição física da instalação, entre outros documentos.

Quando se descreve a técnica de HAZOP, uma das preocupações dos ouvintes se refere ao tempo gasto na análise, em razão do exame exaustivo de todas as linhas de processo. Verifica-se que o homem-hora utilizado representa 2,5 % do dispensado na elaboração do projeto básico. Considera-se que este número é baixo, em relação aos benefícios obtidos; situa-se na ordem de grandeza do utilizado na análise de um único acidente de proporções relativamente sérias que venha a ocorrer na instalação (CARDELLA, 1989).

A tabela 4 a seguir apresenta um comparativo entre as principais ferramentas para análise de riscos.

**Tabela 4: Comparativo entre ferramentas de análise de riscos.**

Técnicas	Vantagens	Desvantagens
APP ou APR	necessidade de análise prévia; classificação do risco.	muito preliminar.
"WHAT - IF"	fácil aplicação e geral; qualitativa, uso em projeto ou operações.	vários "check lists", consumo de tempo.
FMEA	fácil aplicação; modelo padronizado; classificação de risco; analisa subsistemas.	examina falhas não perigosas; demorada; não considera falhas de modo comum ou combinação de falhas.
HAZOP	fácil aplicação; muito aceito e padronizado; sem modelo matemático	consumo de tempo; equipe multidisciplinar treinada; conhecimento do processo; uso de fluxogramas (P&I's).

**Fonte: Brown (1998)**

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. APRESENTAÇÃO DA AVALIAÇÃO SAFETY HAZARD ASSESSMENT PROCEDURE - SHAP

A avaliação SHAP faz parte do programa de gerenciamento de riscos adotada na Soleri<sup>1</sup> e implantada pela equipe de engenharia de projetos da empresa.

Esta avaliação, em suas etapas, utiliza ferramentas consagradas de análise e avaliação de riscos como *HazOp*, nível de gravidade, probabilidade de ocorrência, matriz de riscos, entre outras. As aplicações destas ferramentas estão elucidadas no estudo de caso que será apresentado.

A avaliação SHAP foi elaborada tendo como base o processo de gerenciamento de riscos apresentado na norma AS/NZS 4360 (2004) e a ferramenta *Plan, Do, Check and Action* - PDCA.

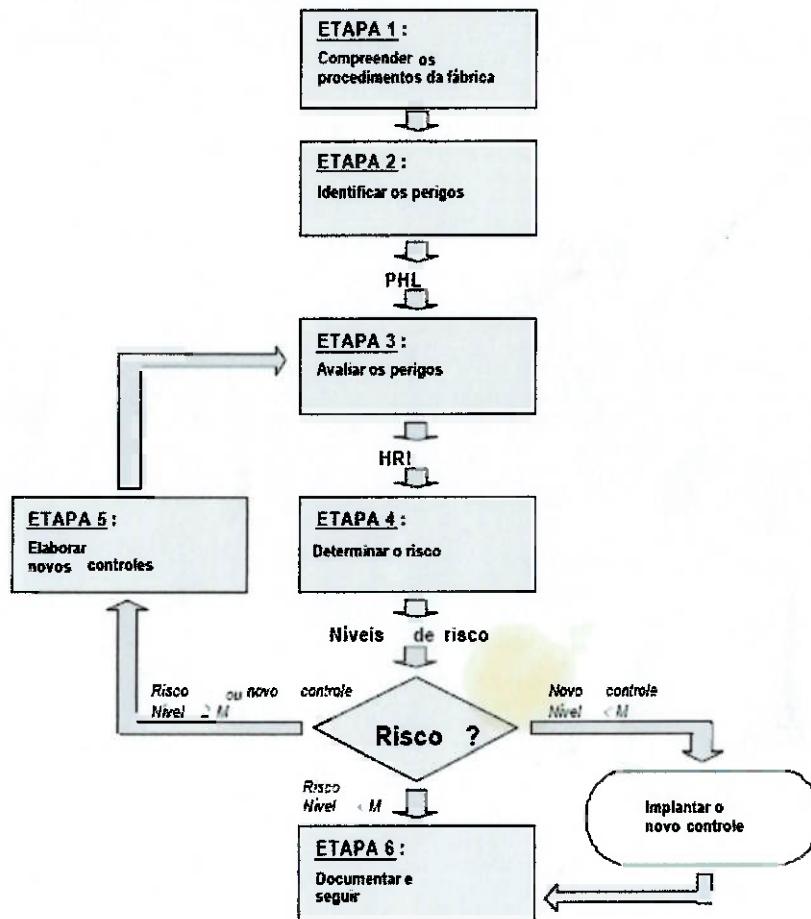
O PDCA é o método de trabalho que leva as pessoas a assumir responsabilidades, a pensar, a desejar o desconhecido (novas metas) e, portanto, a ter vontade de aprender novos conhecimentos (CAMPOS, 1994, p. 172).

Na figura 3 a seguir, está apresentado o fluxograma completo das etapas da avaliação SHAP.

---

<sup>1</sup> A Soleri do Brasil Ltda é uma empresa de engenharia especializada em projetos e montagens de plantas industriais e automação de processos em empresas do ramo farmacêutico, cosmético e alimentício.

**Figura 3: Fluxograma do processo SHAP**



Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

### 3.2. OBJETIVO DA AVALIAÇÃO SHAP

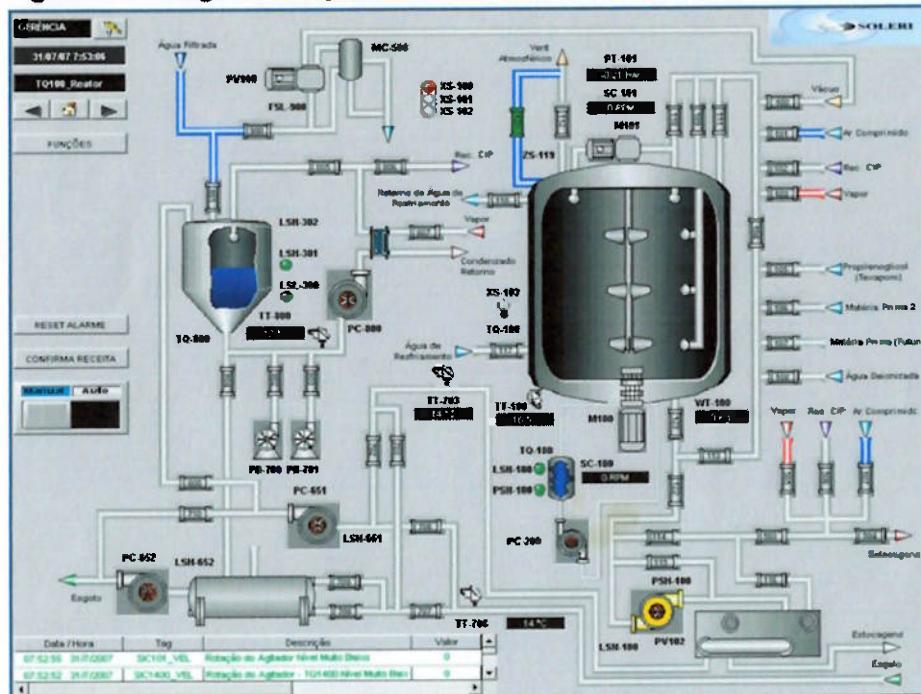
O objetivo da implantação da avaliação SHAP, pela Soleri, foi detalhar e registrar todo o conjunto dos possíveis perigos e os riscos a eles associados, referentes a uma família de produtos ou a um fluxo de material, identificar os meios de controle que minimizam os riscos e documentar os resultados SHAP para a futura gestão da segurança da estação de fabricação de xampu S5 projetada e fabricada pela mesma.

### 3.3. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A avaliação SHAP foi utilizada, neste estudo de caso, para verificar as questões de segurança e saúde do trabalhador, meio

ambiente e patrimônio na estação de fabricação de xampu S5, cujo fluxograma de processo está ilustrado na figura 4 abaixo.

**Figura 4: Fluxograma de processo da estação de formulação S5**



**Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)**

A análise de riscos, foi realizada através da técnica HazOp para identificação dos riscos existentes, a fim de se analisar os cenários, riscos, causas, severidade e frequências.

O estudo de caso foi baseado em uma situação real tendo como participante da elaboração do HazOp o autor do presente trabalho. Esta estação de formulação tratou-se de um projeto novo, o qual foi desenvolvido para uma empresa de cosméticos.

Abaixo estão apresentados os documentos utilizados como apoio para execução do HazOp:

- Fluxogramas de engenharia (*Piping and Instrumentation Diagram - P&ID*).
- Fluxogramas de processo e balanço de materiais.

- Folhas de dados de todos os equipamentos.
- Especificações e padrões dos materiais das tubulações.
- Memoriais descritivos, incluindo a filosofia de projeto.
- Diagrama lógico de intertravamento e sua descrição.
- Tabelas de causa e efeito.
- Dados de projeto de instrumentos, válvulas de controle, células de carga, etc.
- Dados de projeto e *setpoints* de todas as válvulas de alívio, discos de ruptura, etc.
- Diagramas elétricos dos sistemas de controle e potência.
- Especificações das utilidades, tais como: consumo de vapor, água de refrigeração, ar comprimido, etc.
- Desenhos mostrando interfaces e conexões com outros equipamentos na fronteira da unidade/sistema analisados.
- Matriz de aceitabilidade acordada com a alta direção do projeto.

### 3.4. ESTUDO DE CASO APLICANDO A AVALIAÇÃO SHAP

#### 3.4.1. Etapa 1: Funcionamento operacional da estação

A primeira etapa da avaliação SHAP, consistiu na apresentação da condição de instrumentação e demais controles operacionais da estação de formulação S5.

A tabela 5 abaixo, resume os itens abordados na Etapa 1.

**Tabela 5: Abordagem da avaliação SHAP**

ITENS ABORDADOS NA AVALIAÇÃO
Carregamentos via bombas;
Carregamentos manuais;
Verificação do volume útil do Tanque;
Instrumentação de controle;
Alinhamento de válvulas;
Transferências;
Sanitização e lavagem;
Retirada da amostra para liberação

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

As formulações são efetuadas nas cubas de fabricação de 4 toneladas e 20 toneladas e transferidas para o tanque de armazenamento. As matérias primas são provenientes dos tanques de armazenamento externos de tensoativos, via bombas de transferência. Estas bombas são usadas somente nessas transferências. Os tensoativos são diluídos em água pura, oriunda do sistema de osmose reversa, os demais insumos são adicionados por sacarias na boca de visita superior e por sucção pelas válvulas de fundo. A dosagem dos materiais pós-combustíveis é realizada na estação de formulação em local com exaustão localizada, aterramento adequado e sistema de contenção contra vazamentos.

O processo de retirada de amostras é realizado pelo fundo das cubas com conexão adequada ao procedimento. A operação consiste em pressionar uma botoeira para liberar a abertura da válvula de amostragem, que se fechará automaticamente após a liberação da botoeira. No painel de comando há um sistema que permite o desvio da tubulação de drenagem para a estação de tratamento de efluentes, onde uma válvula de retenção impede que eventuais contra fluxos possam atingir o operador.

A operação da unidade é automatizada e controlada por um Controlador Lógico Programável - CLP, desde o carregamento das cubas, formulação, amostragem e transferência, estocagem e sanitização.

Não é objeto deste trabalho efetuar a descrição, mas apresentar sucintamente todas as etapas do funcionamento operacional da estação de formulação dada a complexidade da mesma. O Procedimento Operacional Padrão - POP da estação foi utilizado exaustivamente durante a aplicação da avaliação SHAP e envolveu, basicamente, uma equipe multidisciplinar de profissionais das mais diversas áreas da empresa. A composição da nossa equipe multidisciplinar de HazOp, seguiu a mesma sugerida pela norma BS IEC (2001), a qual está elucidada no item 2.4.10 da revisão bibliográfica.

### 3.4.2. Etapa 2: Identificação dos perigos

Nesta etapa foram realizados a identificação dos perigos e posteriormente uma análise de riscos usando o método HazOp.

Segue abaixo, na figura 5, uma ilustração da estação de formulação S5 objeto deste estudo de caso:

**Figura 5: Estação de Formulação S5**



Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

a) Elaboração da tabela de perigos associados ao local:

Nesta etapa foi realizada uma relação dos locais que compõem a estação de formulação S5 aos perigos a eles associados. Esta relação gerou a tabela 6, abaixo apresentada.

**Tabela 6: Perigos associados ao local**

ITEM	LOCAL	DESCRIÇÃO DOS PERIGOS
1.	REATOR DE 20 T	NÍVEL ALTO
2.		NÍVEL BAIXO
3.		PRESSÃO ALTA
4.		PRESSÃO BAIXA
5.		PRESSÃO ALTA NA CAMISA
6.		PRESSURIZAÇÃO CRUZADA COM REFLUXO DEVIDO A JUNÇÃO DE ENERGIAS NA "CLARINETE"
7.		TEMPERATURA ALTA
8.		FALTA DE AGITAÇÃO
9.		ABERTURA DA BOCA DE VISTA COM EQUIPAMENTO OPERANDO
10.		FALHA NO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DO SELO MECÂNICO DA AGITAÇÃO DE FUNDO
11.		DIRECIONAMENTO DA DESCARGA DAS PSV E VÁLVULAS DE ALÍVIO
12.		DIRECIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE DRENO DO topo DAS CUBAS
13.		CONTATO COM SUPERFÍCIE QUENTE NA COLETA DE AMOSTRA
14.	REATOR DE 4 T	NÍVEL ALTO
15.		NÍVEL BAIXO
16.		PRESSÃO ALTA
17.		PRESSÃO BAIXA
18.		PRESSÃO ALTA NA CAMISA
19.		PRESSURIZAÇÃO CRUZADA COM REFLUXO DEVIDO A JUNÇÃO DE ENERGIAS NA "CLARINETE"
20.		TEMPERATURA ALTA
21.		FALTA DE AGITAÇÃO
22.		ABERTURA DA BOCA DE VISTA COM EQUIPAMENTO OPERANDO
23.		FALHA NO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DO SELO MECÂNICO DA AGITAÇÃO DE FUNDO
24.		DIRECIONAMENTO DA DESCARGA DAS PSV E VÁLVULAS DE ALÍVIO
25.		DIRECIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE DRENO DO topo DAS CUBAS
26.		CONTATO COM SUPERFÍCIE QUENTE NA COLETA DE AMOSTRA
27.	BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DO TANQUE DE TENSOATIVOS PARA REATORES	DESCARGA BLOQUEADA
28.		BOMBA COM SUCÇÃO BLOQUEADA OU OPERANDO NO VAZIO
29.	BOMBA DE TRANSFERÊNCIA DAS CUBAS PARA OS TANQUES DE ARMAZENAMENTO	PANE DO SISTEMA ELÉTRICO DEVIDO AO VARIADOR DE VELOCIDADE NO MOTOR DA BOMBA
30.		DESCARGA BLOQUEADA
31.		BOMBA OPERANDO NO VAZIO
32.	CUBAS DE ESTOQUEGEM	NÍVEL ALTO
33.		NÍVEL BAIXO
34.		PRESSÃO BAIXA
35.		ABERTURA DA BOCA DE VISTA COM EQUIPAMENTO OPERANDO
36.		PRESSURIZAÇÃO CRUZADA COM REFLUXO DEVIDO A JUNÇÃO DE ENERGIAS NA "CLARINETE"

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

b) Aplicação do Estudo de Operacionalidade e Riscos (*Hazard and Operability Studies – HazOp*) na estação de fabricação S5.

A aplicação deste método consistiu num processo formal destinado à identificação de possíveis desvios operacionais de

processo, o que permitiu a identificação de perigos a eles associados.

No HazOp foram estudadas as consequências da combinação de palavras-guias com as variáveis de processo, o que resultou nos desvios a serem analisados. As principais palavras-guias aplicadas na análise foram: não, nenhum, nulo, mais que, menos que, reverso, outro, tal qual, maior (alta), menor (baixa), ausência, mais, menos, maior nível, menor nível, parcial, outra, tal qual.

Estas palavras-guias foram associadas em sua totalidade as variáveis de processo: vazão, temperatura, pressão, nível, mistura, reação, fase, composição, comunicação, etc.

A tabela 7 apresenta a correlação entre parâmetros de processos e palavras-guias ou palavras-chaves aplicadas no método HazOp do estudo de caso.

**Tabela 7 – Combinações de parâmetros de processo e palavras-guias da técnica HazOp**

Parâmetro de processo	Palavras chaves a serem combinadas
Fluxo	Não, nenhum, mais que, menos que, reverso, outro, tal qual
Temperatura	Maior, menor
Pressão	Maior, menor, reversa
Nível	Maior, menor, nula
Mistura	Menos, mais, nenhuma
Reação	Maior nível de, menor nível de, nenhuma, reversa, tal qual, outra, parcial
Fase	Outra, reversa, tal qual
Composição	Parte de, tal qual
Comunicação	Nenhuma, parcial, mais que, menos que, outra, tal qual

Fonte: Crawley et al. (2002)

A correta utilização das palavras de orientação e a determinação de todos os pontos críticos foram de máxima importância para assegurar que o sistema fosse totalmente avaliado, resultando na identificação dos perigos do processo no

sistema em função dos parâmetros de processo: temperatura, vazão, pressão, nível, etc.

O processo de execução de um estudo de HazOp é estruturado e sistemático como podemos verificar no item 2.4.10 da revisão bibliográfica. Portanto, se faz necessário o entendimento de alguns termos específicos que foram utilizados no desenvolvimento do estudo de caso.

**Nós de estudo :** são os pontos do processo, estabelecidos através das P&ID da planta, que serão analisados quanto à ocorrência dos desvios.

**Desvios:** os desvios são afastamentos dos parâmetros de operação da planta, mais especificamente nos nós de estudo, que são evidenciados pela aplicação sistemática das palavras-guias aos nós de estudo (p. ex., nível alto, pressão baixa, etc.)

**Causas:** são os motivos pelos quais os desvios ocorrem. As causas dos desvios podem ser provocadas por falhas do sistema, erro humano, um estado de operação do processo não previsto (p. ex., alta pressão na camisa do tanque do reator de 20 toneladas), distúrbios externos (p. ex., perda de potência do agitador do reator devido à queda de energia elétrica, etc.).

**Conseqüências:** são os resultados esperados da ocorrência de um desvio em um determinado nó de estudo (p. ex., pressurização perigosa do tanque do reator e perda do equipamento, transbordamento das cubas e liberação de produto a alta temperatura provocando danos pessoais e materiais, etc.).

**Parâmetros de processo:** são as variáveis físicas do processo (p. ex., vazão, pressão, temperatura, nível, etc.) e os procedimentos operacionais (p. ex., operação, transferência, etc.).

**Palavras-guias:** são palavras apresentadas na tabela 6, utilizadas para qualificar os desvios da intenção de operação e para guiar e estimular o grupo de estudo. As palavras-guias são aplicadas aos parâmetros de processo que permanecem dentro dos padrões aceitáveis de operação. Aplicando as palavras-guias aos parâmetros de processo, em cada nó de estudo da planta em análise, procura-se descobrir os desvios passíveis de ocorrência.

Assim, as palavras-guia foram utilizadas para levantar questões como, por exemplo: "O que ocorreria se houvesse pressão alta na camisa do reator de 20 toneladas ?" ou "O que aconteceria se ocorresse nível baixo no reator de 4 toneladas?".

Nas tabelas 8 e 9, apresentadas a seguir, estão detalhas as análises realizadas a partir do método HazOp. Estas tabelas, chamadas pela equipe de formulários de HazOp, foram elaboradas para explicitar os dados e facilitar a análise e avaliação dos riscos .

Tabela 8: Formulário de HazOp 1

SOLERI DO BRASIL LTDA ANÁLISE DE RISCOS - FÓRMULÁRIO DE HAZOP						
DEPARTAMENTO: ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAS			UNIDADE: ESTAÇÃO DE FORMULAÇÃO S5		DATA: 01/12/2010	FOLHA: 1/2
Desvio da Situação Desejada	Reconhecimento do Desvio	Causas Possíveis	Consequência da Perturbação	Contamedidas Existentes	Medidas Adicionais	
NÍVEL ALTO REATOR DE 20T E 4T	CÉLULAS DE CARGA WIWT 100 E WIWT 200	FALHA DO CLP ERRO OPERACIONAL	TRANSBORDO PRESSURIZAÇÃO PERIGOSA DO REATOR RISCO Á SAÚDE DO TRABALHADOR E DANOS MATERIAIS À ESTAÇÃO	CÉLULA DE CARGA CONTROLANDO A ADIÇÃO DE PRODUTOS NO REATOR PELO CLP CHAVE DE NÍVEL ATUANDO EM REDUNDÂNCIA AO CLP COM COMANDO ATUADO POR RELÉ	CHAVES DE NÍVEL LSH 100 E 200 DEVEM TER PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO E ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICO	
NÍVEL BAIXO REATOR DE 20T E 4T	CÉLULAS DE CARGA WIWT 100 E WIWT 201	FALHA DO CLP ERRO OPERACIONAL	BOMBA DO ESGOTAMENTO DO REATOR OPERAR EM VAZIO POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE VÁCUO NOS REATORES DANOS MATERIAIS À ESTAÇÃO	CÉLULA DE CARGA CONTROLANDO O EVAZIAMENTO DE PRODUTOS DO REATOR PELO CLP REATOR É PRESSURIZADO COM AR COMPRIMIDO DURANTE A TRANSFERÊNCIA A VAZÃO DE TRANSFERÊNCIA VARIA (DIMINUE) NO FINAL DA TRANSFERÊNCIA (NÍVEL BAIXO) CHAVE DE NÍVEL BAIXO DESARMA A BOMBA DE TRANSFERÊNCIA	ELABORAR MEDIDA ORGANIZACIONAL DE ACOMPANHAMENTO DO EVAZIAMENTO DO REATOR PELO OPERADOR CHAVE DE NÍVEL BAIXO DEVE TER PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICO	
PRESSÃO ALTA REATOR DE 20T E 4T	INDICAÇÃO DE PRESSÃO NO LOCAL (PI 101 E PI 102) MONITORAÇÃO DE PRESSÃO PELO CLP ATRAVÉS DOS TRANSMISORES DE PRESSÃO (PT 101 E PT 102)	PRESSORIZAÇÃO POR AR COMPRIMIDO PRESSURIZAÇÃO PERIGOSA PELO VAPOR DURANTE A SANITIZAÇÃO POSSIBILIDADE DE CONFINAMENTO DE PRODUTO COM ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (FASE DE AQUECIMENTO)	POSSIBILIDADE DE DANO AO EQUIPAMENTO COM CONSEQUENTE VAZAMENTO DE PRODUTO COM TEMPERATURA ELEVADA DANO Á SAÚDE DO TRABALHADOR	CLP CONTROLA A PRESSÃO INTERNA, FECHANDO VÁLVULAS DE FUNDO E ABRINDO "VENT" DO EQUIPAMENTO TRANSMISSOR DE PRESSÃO (PRESSOSTATO) COM COMANDO ATUANDO POR RELÉ EM REDUNDÂNCIA AO CLP LÓGICA DO CLP, PREVÉ ADIÇÃO DE INSUMOS COM O "VENT" ABERTO EQUIPAMENTO POSSUI VÁLVULA DE SEGURANÇA COM PRESSÃO DE ABERTURA AJUSTADA MENOR QUE A PMTA DO EQUIPAMENTO	O PRESSOSTATO DEVE POSSUIR PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO E ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICO A VÁLVULA DE SEGURANÇA DEVE ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICA	

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

Obs: Falha no controlador programável – CLP deve ser entendida como uma falha na lógica de programação e/ou no processamento dos dados de entrada, como também, um problema eletrônico no próprio CLP.

**Tabela 9: Formulário de HazOp 2**

<b>SOLERI DO BRASIL LTDA</b> <b>ANÁLISE DE RISCOS - FÓRMULÁRIO DE HAZOP</b>					
DEPARTAMENTO: ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAS			DATA: 01/12/2010		FOLHA: 2/2
Desvio da Situação Desejada	Reconhecimento do Desvio	Causas Possíveis	Consequência da Perturbação	Contamedidas Existentes	Medidas Adicionais
PRESSÃO BAIXA REATOR DE 20T e 4T	INDICAÇÃO DE PRESSÃO PELO CLP (PI 101 E PI 102)	NÍVEL BAIXO  CONDENSAÇÃO DE VAPOR NO INTERIOR DO EQUIPAMENTO APÓS A SANITIZAÇÃO	GERAÇÃO DE VÁCUO COM POSSIBILIDADE DE DANO AO EQUIPAMENTO  A VAZÃO DE TRANSFERÊNCIA VARIA (DIMINUE) NO FINAL DA TRANSFERÊNCIA (NÍVEL BAIXO)	CLP COMANDA A ABERTURA DO "VENT" DO EQUIPAMENTO APÓS A SANITIZAÇÃO  EQUIPAMENTO PURGADO LOGO APÓS SANITIZAÇÃO (CLP)  CÉLULA DE CARGA CONTROLANDO O ESVAZIAMENTO DE PRODUTO DO REATOR PELO CLP  O REATOR É PRESSURIZADO COM AR COMPRIMIDO DURANTE A TRANSFERÊNCIA  CHAVE DE NÍVEL BAIXO DESARMA A BOMBA DE TRANSFERÊNCIA	ELABORAR MEDIDA ORGANIZACIONAL DE ACOMPANHAMENTO DO ESVAZIAMENTO DO REATOR PELO OPERADOR  CHAVE DE NÍVEL BAIXO DEVE TER PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO E ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERÍODICA
PRESSÃO ALTA NA CAMISA	CONTROLE E INDICAÇÃO DA PRESSÃO DA CAMISA PELO CLP	FALHA NA VÁLVULA CONTROLADORA DE PRESSÃO DE VAPOR DA CAMISA  POSSIBILIDADE DE CONFINAMENTO DE PRODUTO COM ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (FASE DE AQUECIMENTO)  PRESSURIZAÇÃO PELA BOMBA DE ÁGUA GELADA	POSSIBILIDADE DE DANO AO EQUIPAMENTO  POSSIBILIDADE DE VAZAMENTO DE ÁGUA QUENTE OU VAPOR  DANO À SAÚDE DO TRABALHADOR	CONTROLE DA PRESSÃO DE VAPOR NA CAMISA PELO CLP  CONTROLE DE TEMPERATURA DO REATOR (TSH 201 E TSH 101) ACIONA VÁLVULA "ON - OFF" NA LINHA DE VAPOR, ALÉM DA VÁLVULA CONTROLADORA DE PRESSÃO  EQUIPAMENTO POSSUI VÁLVULA DE SEGURANÇA NA CAMISA (SS 260 E SS 160)	AS VÁLVULAS VÁLVULAS DE SEGURANÇA DEVEM ESTAR CONTEMPLADAS NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERÍODICA

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

### 3.4.3. Etapas 3 e 4: Determinação da Gravidade e Probabilidade de Ocorrência dos Riscos

Após a identificação dos perigos através de análise preliminar e preenchimento dos formulários HazOp, conforme apresentado no item 3.4.2, os mesmos foram categorizados em relação à gravidade e nivelados conforme a probabilidade de ocorrência, de acordo com as tabelas 10 e 11, apresentadas abaixo:

**Tabela 10: Categoria da Gravidade do Perigo do Estudo de Caso**

GRAVIDADE DO PERIGO		
DESCRÍÇÃO	CATEGORIA	DEFINIÇÃO
CATASTRÓFICO	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vários falecimentos</li> <li>- Dano severo e imediato ao meio-ambiente, de difícil recuperação</li> <li>- Fechamento da fábrica</li> </ul>
CRÍTICO	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um falecimento possível</li> <li>- Ferimentos graves múltiplos, doenças potencialmente fatais</li> <li>- Dano ambiental grave ou degradação grave da imagem</li> <li>- Perda de equipamentos críticos</li> </ul>
SEVERO	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um único ferimento ou doença grave</li> <li>- Dano ambiental que possa ser recuperado</li> <li>- Perda potencial de equipamentos críticos</li> </ul>
MARGINAL	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ferimentos ou doenças menos significativas (sem paralisação do trabalho)</li> <li>- Irritação ou incômodo</li> <li>- Efeitos ambientais menos significativos</li> <li>- Perda de produtividade</li> </ul>
NEGLIGENCIÁVEL	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistência de ferimento ou doença</li> <li>- Inexistência de dano ambiental</li> <li>- Inexistência de dano significativo de equipamentos</li> </ul>

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

**Tabela 11: Nível de Probabilidade de Ocorrência do Estudo de Caso**

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA		
DESCRÍÇÃO	NÍVEL	DEFINIÇÃO
FREQÜENTE	A	Pode acontecer freqüentemente (1 caso/semana)
PROVÁVEL	B	Aconteceremos várias vezes durante a vida útil da linha de produção (1 caso/ano)
OCASIONAL	C	Pode acontecer um dia ou outro durante a vida útil de uma linha de produção (1 caso/3 anos)
RARO	D	Pouco provável de acontecer durante a vida útil de uma linha de produção, mas não impossível (1 caso/vida útil da fábrica)
IMPROVÁVEL	E	Tão improvável que se pode supor que não acontecerá nenhum caso (1 caso/100 anos)

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

### 3.4.4. Etapas 5 e 6: Desenvolvimento de Novos Meios de Controle e Registro em Fichas de Perigo SHAP

Com os perigos categorizados em relação à gravidade e nivelados conforme a probabilidade de ocorrência, efetuamos a classificação de acordo com a matriz de riscos da avaliação SHAP apresentada na figura 6, com isto, foi possível identificar e propor novos meios de controle para minimizar ou mitigar os riscos envolvidos até o nível “L”.

**Figura 6: Matriz de riscos SHAP**

MATRIZ DOS RISCOS SHAP						
	A	L	H	H	VH	VH
A	VL	M	H	VH	VH	VH
B	VL	M	H	VH	VH	VH
C	VL	M	H	H	VH	VH
D	VL	L	M	M	H	H
E	VL	L	L	L	L	L
	5	4	3	2	1	1

**DEFINIÇÕES DA CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS E AÇÕES REQUERIDAS**

Níveis de risco	Definição	Ações
VH	→ Muito alto	Ação imediata necessária (dentro do prazo de uma semana)
H	→ Alto	Tomar medidas para reduzir o risco (dentro do prazo de um mês)
M	→ Médio	Estabelecer um plano para reduzir o risco (dentro do prazo de um ano)
L	→ Fraco	Considerar uma redução do risco
VL	→ Muito fraco	Nenhuma ação

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

Em adição a identificação dos perigos e o HazOp, todos os intertravamentos existentes no sistema de controle e operação foram desafiados.

Necessidades de melhorias ergonômicas serão re-avaliadas durante a fase de comissionamento e “start-up” da estação de formulação S5. A estação de formulação é uma unidade de processo que não

permite a possibilidade da execução do *Factory Acceptance Test - FAT*, pois sua montagem só pode ser realizada no cliente devido as suas dimensões, portanto, realizamos o *Site Acceptance Test - SAT*.

Como o objetivo do trabalho não é promover a avaliação SHAP e sim apontar o gerenciamento de riscos no ambiente corporativo como uma solução para redução dos riscos operacionais existentes em seu processo industrial, será apresentada somente as fichas de perigo referentes aos cinco primeiros perigos indicados na Tabela 6.

Estes cinco itens estão relacionados ao reator de 20 toneladas onde é realizada a mistura e a homogenização das formulações provenientes das cubas de 4 toneladas. Este reator possui um tanque de 20.000 litros dotado de um sistema de aquecimento que é utilizado durante o processo de mistura e homogenização dos produtos. Neste tanque ocorre o processo de fabricação do xampu, sendo que, após o término do tempo de processo o produto é transferido ao tanque de armazenamento através da pressurização do tanque e pela ação de uma bomba de lóbulos. Esta fase de transferência é considerada crítica, pois depende de vários instrumentos, tais como: células de carga, transmissores de pressão, transmissores de temperatura, etc.

Portanto, não será apresentado na íntegra a avaliação SHAP realizada na estação de formulação S5 dada a sua extensão e complexidade.

A seguir temos a apresentação das tabelas das fichas de perigo da avaliação SHAP realizadas nos cinco itens citados e os respectivos resultados após a realização das contramedidas adotadas para garantir o nível "L".

**Tabela 12: Ficha de Perigo do Item 1.**

<b>SOLERI DO BRASIL LTDA</b>		
<b>FICHA DE PERIGO</b>		
<b>DEPARTAMENTO:</b> ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAL		
<b>UNIDADE:</b> ESTAÇÃO DE FORMULAÇÃO SS		<b>ITEM:</b> 1.
<b>LOCALIZAÇÃO DO PERIGO</b>	<b>CATEGORIA DO PERIGO:</b>	<b>DATA:</b>
REATOR DE 20T	3	1/12/2009
<b>DESCRIÇÃO DO PERIGO</b>		
NÍVEL ALTO NO TANQUE DO REATOR		
<b>REFERÊNCIAS DE SEGURANÇA APLICAVEIS</b>		
<b>CAUSAS POTENCIAIS DO PERIGO</b>		
FALHA NO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL		
ERRO OPERACIONAL		
<b>MEIOS DE CONTROLES ATUAIS DO PERIGO:</b>	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	
CÉLULA DE CARGA CONTROLANDO A ADIÇÃO DE PRODUTOS PARA O REATOR PELO CLP CHAVE DE NÍVEL ATUANDO EM REDUNDÂNCIA AO CLP COM COMANDO ATUADO POR RELÉ	<b>M</b>	
<b>NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 1:</b> CHAVE DE NÍVEL LSH 100 E LSH 200 DEVEM TER PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO E ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICA	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	
<b>L</b>		
<b>NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 2:</b>	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	
<b>NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 3:</b>	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	

**Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)**

**Tabela 13: Ficha de Perigo do Item 2.**

SOLERI DO BRASIL LTDA		
FICHA DE PERIGO		
DEPARTAMENTO: ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAL		
UNIDADE: ESTAÇÃO DE FORMULAÇÃO SS	ITEM: 2.	
LOCALIZAÇÃO DO PERIGO	CATEGORIA DO PERIGO: DATA:	
REATOR DE 20T	3	1/12/2009
DESCRIÇÃO DO PERIGO		
NÍVEL BAIXO NO TANQUE DO REATOR		
REFERÊNCIAS DE SEGURANÇA APLICAVEIS		
CAUSAS POTENCIAIS DO PERIGO		
FALHA NO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL		
ERRO OPERACIONAL		
MEIOS DE CONTROLES ATUAIS DO PERIGO:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
CÉLULA DE CARGA CONTROLANDO O EVAZIAMENTO DE PRODUTO DO REATOR PELO CLP	H	
REATOR É PRESSURIZADO COM AR COMPRIMIDO DURANTE A TRANSFERÊNCIA		
A VAZÃO DE TRANSFERÊNCIA VARIA (DIMINUE, NO FINAL DA TRANSFERÊNCIA (NÍVEL BAIXO)		
CHAVE DE NÍVEL BAIXO DESARMA A BOMBA DE TRANSFERÊNCIA		
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO #1:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
ELABORAR MEDIDA ORGANIZACIONAL DE ACOMPANHAMENTO DO EVAZIAMENTO DO REATOR PELO OPERADOR	M	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO #2:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
CHAVE DE NÍVEL BAIXO DEVE TER PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO E ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICA	L	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO #3:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	

Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)

**Tabela 14: Ficha de Perigo do Item 3.**

<b>SOLERI DO BRASIL LTDA</b>		
<b>FICHA DE PERIGO</b>		
<b>DEPARTAMENTO: ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAS</b>		
UNIDADE: ESTAÇÃO DE FORMULAÇÃO S5	ITEM: 3.	
LOCALIZAÇÃO DO PERIGO	CATEGORIA DO PERIGO:	DATA:
REATOR DE 20T	3	1/12/2009
<b>DESCRÍÇÃO DO PERIGO</b>		
PRESSÃO ALTA NO TANQUE DO REATOR		
<b>REFERÊNCIAS DE SEGURANÇA APLICAVEIS</b>		
<b>CAUSAS POTENCIAIS DO PERIGO</b>		
PRESSORIZAÇÃO POR AR COMPRIMIDO		
PRESSURIZAÇÃO PERIGOSA PELO VAPOR DURANTE A SANTIZAÇÃO		
POSSIBILIDADE DE CONFINAMENTO DE PRODUTO COM ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (FASE DE AQUECIMENTO)		
MEIOS DE CONTROLES ATUAIS DO PERIGO:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
CÉLULA DE CARGA CONTROLARDO O Esvaziamento DE PRODUTO DO REATOR PELO CLP	<b>M</b>	
REATOR É PRESSURIZADO COM AR COMPRIMIDO DURANTE A TRANSFERÊNCIA	<b>M</b>	
A VAZÃO DE TRANSFERÊNCIA VARIA (DIMINUE) NO FINAL DA TRANSFERÊNCIA (NÍVEL BAIXO)	<b>M</b>	
CHAVE DE NÍVEL BAIXO DESARMA A BOMBA DE TRANSFERÊNCIA	<b>M</b>	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 1:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
A VÁLVULA DE SEGURANÇA DEVE ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICA	<b>L</b>	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 2:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 3:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	

**Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)**

**Tabela 15: Ficha de Perigo do Item 4.**

SOLERI DO BRASIL LTDA		
FICHA DE PERIGO		
<b>DEPARTAMENTO: ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAL</b>		
UNIDADE: ESTAÇÃO DE FORMULAÇÃO SS	ITEM: 4.	
LOCALIZAÇÃO DO PERIGO	CATEGORIA DO PERIGO:	DATA:
REATOR DE 20T	3	1/12/2009
<b>DESCRIÇÃO DO PERIGO</b>		
PRESSÃO BAIXA NO TANQUE DO REATOR		
<b>REFERÊNCIAS DE SEGURANÇA APLICAVEIS</b>		
<b>CAUSAS POTENCIAIS DO PERIGO</b>		
NÍVEL BAIXO		
CONDENSAÇÃO DE VAPOR NO INTERIOR DO EQUIPAMENTO APÓS A SANITIZAÇÃO		
MEIOS DE CONTROLES ATUAIS DO PERIGO:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
CLP COMANDA A ABERTURA DO "VENT" DO EQUIPAMENTO APÓS A SANITIZAÇÃO EQUIPAMENTO PURGADO LOGO APÓS SANITIZAÇÃO (CLP) CÉLULA DE CARGA CONTROLANDO O EVAZIAMENTO DE PRODUTO DO REATOR PELO CLP O REATOR É PRESSURIZADO COM AR COMPRIMIDO DURANTE A TRANSFERÊNCIA A VAZÃO DE TRANSFERÊNCIA VARIA (DIMINUE) NO FINAL DA TRANSFERÊNCIA (NÍVEL BAIXO) CHAVE DE NÍVEL BAIXO DESARMA A BOMBA DE TRANSFERÊNCIA	H	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 1: ELABORAR MEDIDA ORGANIZACIONAL DE ACOMPANHAMENTO DO EVAZIAMENTO DO REATOR PELO OPERADOR	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 2: CHAVE DE NÍVEL BAIXO DEVE TER PROTOCOLO DE TESTE INICIAL PARA VALIDAÇÃO E ESTAR CONTEMPLADA NO PLANO DE CALIBRAÇÃO PERIÓDICA	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	
NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 3:	NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:	

**Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)**

**Tabela 16: Ficha de Perigo do Item 5.**

SOLERI DO BRASIL LTDA		
FICHA DE PERIGO		
<b>DEPARTAMENTO: ENGENHARIA DE PROCESSO INDUSTRIAL</b>		
UNIDADE: ESTAÇÃO DE FORMULAÇÃO S5	ITEM: 5.	
LOCALIZAÇÃO DO PERIGO	CATEGORIA DO PERIGO:	DATA:
REATOR DE 20T	3	1/12/2009
<b>DESCRIÇÃO DO PERIGO</b>		
PRESSÃO ALTA NA CAMISA DO TANQUE DO REATOR		
<b>REFERÊNCIAS DE SEGURANÇA APLICAVEIS</b>		
<b>CAUSAS POTENCIAIS DO PERIGO</b>		
FALHA NA VÁLVULA CONTROLADORA DE PRESSÃO DE VAPOR DA CAMISA POSSIBILIDADE DE CONFINAMENTO DE PRODUTO COM ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (FASE DE AQUECIMENTO) PRESSURIZAÇÃO PELA BOMBA DE ÁGUA GELADA		
<b>MEIOS DE CONTROLES ATUAIS DO PERIGO:</b>  CONTROLE DA PRESSÃO DE VAPOR NA CAMISA PELO CLP CONTROLE DE TEMPERATURA DO REATOR (TSH 201 E TSH 101) ACIONA VÁLVULA "ON - OFF" NA LINHA DE VAPOR, ALÉM DA VÁLVULA CONTROLADORA DE PRESSÃO EQUIPAMENTO POSSUI VÁLVULA DE SEGURANÇA NA CAMISA (SS 260 E SS 160)	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>  L	
<b>NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 1:</b>	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	
<b>NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 2:</b>	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	
<b>NOVO MEIO DE CONTROLE PROPOSTO # 3:</b>	<b>NÍVEL DE RISCO DO PERIGO COM SEUS MEIOS DE CONTROLE ATUAIS:</b>	

**Fonte: Soleri do Brasil Ltda (2009)**

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Muitas empresas têm uma falsa percepção de que não necessitam ter um programa de gerenciamento de riscos e não carecem utilizar nenhuma técnica de análise de riscos ou qualquer outro procedimento desta natureza, pois acreditam que contratam pessoas com habilidade suficiente e possuem processos totalmente seguros, e acreditam nos conhecimentos e na experiência de seus operários, e se sentem seguras de que estes fatores possam eliminar a possibilidade de ocorrência de acidentes em seu processo industrial. Contudo, estas empresas, são as que possuem a maior probabilidade de serem surpreendidas por situações adversas e não previstas que resultam, muitas vezes, em graves acidentes causando grandes perdas, tanto humanas como materiais.

É claro, que a utilização de técnicas para análise e avaliação de riscos não podem substituir a experiência e o conhecimento dos profissionais, e também não é objeto das mesmas eliminarem todos os riscos existentes em um processo industrial. As técnicas têm como objetivo apenas orientar os conhecimentos e a experiência dos profissionais que constituem uma equipe multidisciplinar de estudo para um uso sistematizado, coordenado e sem omissões.

Com relação ao estudo de caso a equipe de engenharia de projetos e processos da Soleri quis dar um passo à frente em relação ao projeto da estação de formulação S5, implantando um sistema de gerenciamento de riscos desde a concepção do projeto. Pois, em um projeto anterior de outra estação de formulação, foram aplicadas as técnicas de análise e avaliação de riscos tardeamente, o que impediu que grandes modificações fossem realizadas na unidade. Portanto, fez-se necessário a utilização de uma série de proteções e adaptações, que não foram previstas na fase inicial de projeto, para minimização dos riscos, o que acabou elevando os custos.

Para se evitar este tipo de problema, a avaliação SHAP teve seu início durante a fase de concepção do projeto da estação de formulação S5, onde procuramos acompanhar o próprio ritmo de desenvolvimento do projeto, sem interromper a sua execução.

Cabe salientar que não se pode tornar um processo industrial totalmente seguro apenas através de um programa de gerenciamento de riscos sem que haja, por parte da empresa, uma cumplicidade em termos de execução de medidas mitigadoras, instalação e manutenção preventiva de equipamentos e, também, treinamento adequado de seus funcionários.

Como podemos verificar numa breve e resumida análise de riscos, apresentada em nosso estudo de caso, conseguimos identificar uma série de perigos aos quais tratamos com maior propriedade e conhecimento a fim de minimizá-los.

Um fator decisivo para o sucesso do projeto da nova estação foi o envolvimento e o comprometimento da equipe em torno do objetivo principal, tornar a unidade referência em termos de segurança.

## 5. CONCLUSÃO

A implantação de um programa de gerenciamento de riscos no ambiente corporativo, mostrou-se de grande valia, não só para o controle e compreensão dos riscos, mas também, e principalmente, para a maximização do retorno econômico-financeiro na Soleri e no cliente, permitindo uma visão mais abrangente e integrada do problema.

Este trabalho procurou evidenciar que um programa de gerenciamento de riscos constitui a base sólida para uma gestão eficaz da segurança e da saúde e é fundamental para reduzir os acidentes do trabalho e as doenças profissionais e consequentemente melhorar o desempenho da organização.

A fase de comissionamento e *start-up* da estação de formulação S5, no cliente, aconteceu a cerca de 6 (seis) meses e até o momento não foram registradas ocorrências de acidentes e falhas operacionais, portanto, consideramos que nossos objetivos foram alcançados de acordo com o estabelecido no objetivo. Relatórios operacionais da estação de formulação S5 são enviados mensalmente à Soleri para avaliação e análise e os mesmos comprovam o sucesso da implantação do programa de gerenciamento de riscos, no entanto, a pedido do cliente não podemos apresentá-los neste trabalho.

Outros fatores como motivação dos profissionais, geração de valor corporativo, *status*, impacto ambiental, reconhecimento da sociedade e cliente, dentre outros, cuja importância e repercussão são possivelmente equivalentes aos fatores econômico-financeiros considerados, o gerenciamento de riscos permitiu avaliar seu potencial de apoio no processo decisório.

Portanto, a equipe sente que atingiu suas metas no que se refere à implantação de um programa de gerenciamento de riscos no ambiente corporativo, aqui representado por um processo de fabricação de xampu face à dimensão do tema.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENDT, J. Steven *et al.* Managing Safety; “**Do’s and Dont’s to ‘OSHAs-Proof your Process Hazard Analyses’**”; Chemical Engineering, march, 1993, p. 90-100.
- ASSOCIAÇÃO BRITÂNICA DE NORMAS. **BS IEC 61882:2001: Hazard and operability studies (HAZOP studies)**; Inglaterra, 2001. 60p.
- BROWN, Anthony. **Análise de Riscos**. Boletim Técnico da GSI. São Paulo. ano III, n.1, jan./fev.98. (Grupo de Pesquisa em Segurança Contra Incêndio. GSI/NUTAU/USP).
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia; Qualidade**; Belo Horizonte; novembro, 1994..
- CARDELLA, Benedito. **Segurança de processo em novas unidades industriais**. Gerência de Riscos; n. 13; São Paulo, julho e agosto 1989, p. 8-12.
- CRAWLEY, F.. **HAZOP – Guide to Best Practice**. Rugby: Institution of Chemical Engineers; Ichem, 2002
- DE CICCO, Francesco. **Gestão de Riscos – AN/NZS 4360**: a primeira norma de âmbito mundial sobre Sistemas de Gestão. São Paulo: Coleção Risk Tecnologia, 2003.
- DE CICCO, Francesco e FANTAZZINI, Mario Luiz; “**Os Riscos Empresariais e a Gerência de Riscos**”; Proteção – Suplementos Especiais; n.1 e n.27; São Paulo; fevereiro e março; 1994.
- DE CICCO, Francesco e FANTAZZINI, Mario Luiz; “**Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos**”, Coleção Risk Management; São Paulo; 2003.
- DE CICCO, Francesco e FANTAZZINI, Mario Luiz; “**Gestão de Riscos - Diretrizes para a Implantação da ISO 31000:2009**”, Coleção Risk Management; São Paulo; 2009.
- ESTEVES, Alan da Silva. **Análise de Riscos**. Curso de confiabilidade para Gerentes - COCECON. Petrobrás: (198-?) p .42.
- FARBER, José Henrique; **Técnicas de Análise de Riscos e os Acidentes Maiores**; Gerencia de Riscos, São Paulo, 1992, p. 30-37.
- FREITAS, A. L. P.; SUETT, W.B. **Modelo para Avaliação de Riscos em Ambientes de Trabalho**. Artigo apresentado no XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006.

HENLEY, Ernest J., KUMAMOTO, Hiromitsu. *Reliability Engineering and Risk Assessment*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs; 1981;p.566;ISBN-0-13-772251-6.

HEINRICH, J. S. S.. *Aplicação da Análise de Riscos a Atividades do Transporte Rodoviário de Carga Geral*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Universidade Estadual de Campinas; Campinas,2004. p.120.

IIDA, Itiro; *Novas Abordagens em Segurança do Trabalho*; Produção; Rio de Janeiro; v.1; n.2; março; 1991;p. 26-31.

KLETZ, Trevor A. *HAZOP and HAZAN*. 4rd ed. Inglaterra: *Institution of Chemical Engineers (IChemE)*, 1999; p.232.

KOLLURU, R.. *Risk Assessment and Management: a Unified Approach*. In: Kolluru, R.; Bartell, S.; Pitblado, R.; Stricoff, S. *Risk Assessment and Management Handbook: for Environmental, Health and Safety Professionals*. Boston, Massachusetts: McGraw Hill, 1996. chap. 1, p. 1.3 - 1.41.

NOLAN, Dennis P. *Application of HAZOP and What-If Safety Reviews to the Petroleum, Petrochemical & Chemical Industries*. NoyesPublications; New Jersey, U.S.A.:1994.

NORMA OSHAS 18001. “*Sistema de Gestão para Segurança e Saúde Ocupacional*”. 2007.

PALADY, Paul. *FMEA - Análises dos Modos de Falhas e Efeitos*. São Paulo; IMAN,1997.