

## Gestão de Riscos em Gerador de Vapor: Estudo de Caso de um Hospital Universitário

Marcos Lucas de Oliveira (UFSM) [eng.marcos.lucas@gmail.com](mailto:eng.marcos.lucas@gmail.com)  
Eleusa De Vasconcellos Favarin (UFSM) [eleusa.favarin@ufsm.br](mailto:eleusa.favarin@ufsm.br)  
Janis Elisa Ruppenthal (UFSM) [janis.rs.br@gmail.com](mailto:janis.rs.br@gmail.com)

### Resumo:

A concorrência acirrada entre as organizações tem estimulado o setor produtivo a aprimorar seus processos de produção concomitantemente com a qualidade de seus produtos, o que em suma aquece a economia do país, e traz fortes desafios aos órgãos governamentais e empregadores principalmente quando referimos à segurança do colaborador em seu posto de trabalho. Neste contexto, o presente trabalho, que se caracteriza por utilizar-se de uma metodologia exploratória, tem como objetivo principal identificar os riscos presentes em caldeiras flamotubulares, com a utilização das ferramentas FMEA e HAZOP. Esse estudo é preliminar a aplicação das mesmas, e se faz necessário para identificar os pontos críticos que se deve atentar quanto aos riscos em caldeiras. A posteriori aplicar-se-á essas ferramentas em um Hospital Universitário na cidade de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul. A escolha do tema para a realização deste trabalho ocorreu através da identificação de poucos estudos sobre análise de riscos no setor, o que proporciona oportunidades de contribuição com a academia, e, pesquisas futuras sobre o assunto. A pesquisa de modo geral, procedeu-se com análises bibliográficas, metodologias, referências, e estudos de aplicações efetuadas em geradores de vapor. Assim, para o mesmo prospecta-se como resultado a elaboração de dossiê com informações relevantes quanto a incidências de riscos a serem identificados em caldeiras flamotubulares. A principal contribuição desse trabalho é indicar as áreas com maior concentração de riscos em caldeiras.

**Palavras chave:** Gerador de Vapor, FMEA, HAZOP, Riscos.

## Risk Management in Steam Boilers: Case Study of a University Hospital

### Abstract

The competition between organizations has stimulated the productive sector concomitantly to improve its processes production with the quality of the products, who in short it heats the economy of the country, and brings forts challenges to the governmental bodies and employers mainly when relate to the security of the collaborator in this rank of work. In this context, the present work, that if characterizes for using itself of exploratory methodology, has as objective main to identify to the risks gifts in flamotubular boilers, with the use of tools FMEA and HAZOP. This study is part of a work, what makes necessary to identify the critical points that if must attempt against how much to the risks in boilers. Afterward one will apply these tools in a University Hospital at Santa Maria city, in the state of the Rio Grande do Sul. The choice of the subject for the accomplishment this work occurred through

the identification of few studies on analysis of risks in the sector, what it provides chances of contribution with the academy, and, future research on the subject. The research in general way, preceded with bibliographical analyses, methodologies, references, and studies of applications effected in steam boilers. Thus, for the same prospects as resulted the elaboration of dossier with excellent information how much the incidences of risks to be identified in boilers flamatubulares. The main contribution of this work is to indicate the areas with bigger concentration of risks in boilers.

**Key-words:** Steam boilers, FMEA, HAZOP, Risks.

## 1. Introdução

O crescimento industrial acentuado dos últimos anos, resultante do grande avanço tecnológico, tornou-se um desencadeador de oportunidade de trabalho. Diante disso, a competitividade das organizações potencializada com a necessidade de aprimoramento dos processos industriais trouxeram plantas maiores e mais complexas. Não obstante, esse desencadeou o aumento da poluição e de acidentes industriais que atualmente chamam a atenção das entidades governamentais (MORAES, 2010).

Desta forma, a globalização dos mercados tem exigido das empresas aprimoramento de processos gerenciais, pois atualmente os maquinários introduzidos nas plantas fabris não se constituem mais como diferenciais do empreendimento. Assim, as organizações têm continuamente focalizado esforços na busca por novas ferramentas de gestão a qual prosperem no aprimoramento de seus processos.

Neste contexto, o aperfeiçoamento do setor de Segurança e Saúde do Trabalho (SST), nas organizações, potencializa a redução de riscos de acidentes de trabalho, coopera com o aumento da saúde e desempenho operacional dos colaboradores. Assim como, aprimora a imagem da empresa mediante o mercado e seus concorrentes, projetando novas oportunidades de crescimento para a mesma. (OLIVEIRA, 2010).

Todavia, a crescente preocupação com a segurança industrial nas organizações, possui o viés reducional dos riscos trabalhistas, aos quais são intrínsecos no ambiente de trabalho, e também nos processos operacionais de diferentes atividades. A segurança do trabalho dedica-se, portanto, à prevenção e controle dos riscos de operações e higiene industrial, ou seja, aos riscos do ambiente que poderão em determinadas condições ocasionar enfermidades aos colaboradores (UFTC, 2011).

Para Chiavenato (2008), segurança do trabalho está relacionada com a prevenção de acidentes e com a administração dos riscos ocupacionais, assim sua finalidade é profilática no sentido de antecipar-se para que os riscos de acidentes sejam minimizados. Trata-se de um conceito e um conjunto de técnicas que, por meio das quais, previnem ocorrências ocupacionais, seja por eliminação de condições inseguras do ambiente ou por utilização de instrumentos e técnicas preventivas.

O termo risco, na ocorrência da segurança do trabalho, pode ser adaptativo as organizações. Borges (2001), afirma que risco é a probabilidade de um mau resultado. Por conseguinte, o termo gestão de risco pode ser definido como o conjunto de instrumentos que a organização utiliza para planejar, operar e controlar suas atividades no exercício da função controle de riscos.

Em vista disso, o presente trabalho propôs-se identificar os riscos presentes em caldeiras flamatubulares com a utilização das ferramentas *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)

e *Hazard and Operability Studies* (HAZOP). Esse estudo preliminar se faz necessário para identificar os pontos críticos que se deve atentar quanto aos riscos em caldeiras. A posteriori aplicar-se-á essas ferramentas com foco já definido, ou seja, de forma a otimizar a análise no setor da caldeira no Hospital Universitário de Santa Maria – HUSM.

A importância do setor energético, assim como dos riscos inerentes na operação com caldeiras e vasos sob pressão em hospitais, são pontos relevantes para justificar o tema desta pesquisa. Além disso, observa-se que este é pouco explorado em trabalhos científicos. Portanto, este estudo traz de forma sucinta uma contribuição para próximos estudos, visto que o mesmo pretende indicar as áreas com maior concentração de riscos em caldeiras.

A justificativa desse trabalho fundamenta-se, portanto, na identificação e admissão de melhorias trabalhistas aos colaboradores do setor das caldeiras do HUSM, a fim de zelar pela segurança e integridade física dos mesmos.

## 2. Referencial Teórico

A segurança do trabalho é o conjunto de ações exercidas com o intuito de reduzir danos e perdas provocados por agentes agressivos. Assim deve ser concebida e exercida juntamente com a missão de qualquer organização (CARDELLA, 2008). A função segurança pode ser desdobrada em duas funções auxiliares, ao qual inferem sobre o controle de riscos e o controle de emergências. No presente trabalho focaliza-se na gestão de riscos.

### 2.1 Evolução do preventivismo

As ocorrências acidentais representam prejuízos ao plano de desenvolvimento socioeconômico dos países, porque geram despesas com assistência médica e reabilitação de funcionários (RUPPENTHAL, 2013). Dessa forma, as prevenções de danos de atividades laborais aos colaboradores surgiram e evoluíram pós a primeira guerra mundial, com esforços voltados ao estudo das doenças, condições ambientais, *layout* de máquinas e instalações. Consequentemente, diversos países durante a segunda guerra mundial aprimoraram suas normas e disposições legais voltadas a reparação de danos.

Nos países da América Latina, a preocupação com acidentes do trabalho e doenças ocupacionais datou-se mais tardiamente, no início da década de 1930. O Brasil, nesse período, chamou a atenção dos demais países em vista de ser apontado como campeão em acidentes do trabalho.

Diante disso, muitos autores desenvolveram estudos para aprimorar a compreensão da problemática, propor metodologias e aferir resultados. Três grandes estudiosos da área de prevenção de danos causadores advindos de atividades laborais relatam as seguintes colocações em suas pesquisas.

O engenheiro H. W. Heinrich em seus estudos descreve que há uma lesão incapacitante para cada vinte e nove lesões leves e trezentos acidentes sem lesões. Ampliando esses estudos, o também engenheiro Frank E. Bird Jr, analisou acidentes ocorridos em 297 empresas, aos quais representavam uma amostra de vinte e um grupos de ramos industriais diferentes. Neste estudo, relata uma proporção de uma lesão incapacitante para cada 10 lesões leves, 30 acidentes com danos a propriedade e 600 incidentes (FREIBOTT, 2012).

Mediante a essa relação, pode-se concluir que ações devem ser dirigidas a base da pirâmide e não apenas aos eventos resultantes em lesão grave ou incapacitante. Em contrapartida, um estudo realizado em 2003, confere uma elevada diferenciação na proporção dos acidentes graves e quase acidentes, evidenciando que para cada morte há pelo menos 300.000 comportamentos de riscos. Dessa forma, é possível observar as comparações das pirâmides de risco na Figura 1.

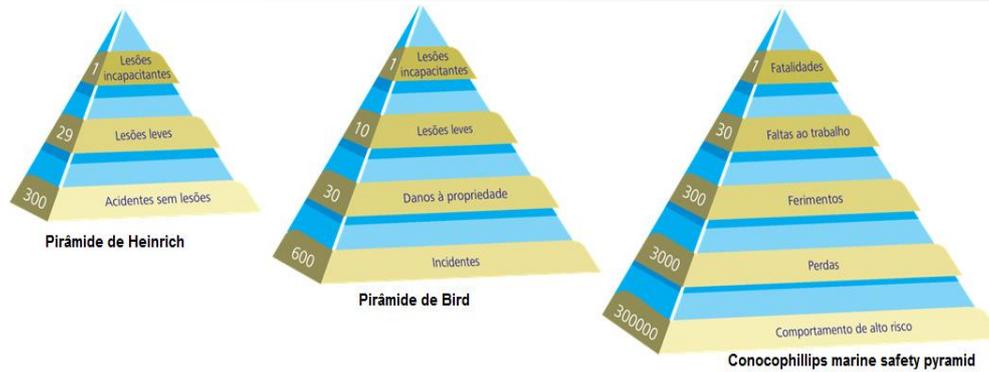


Figura 1: Evolução das pirâmides de riscos  
Fonte: Autor, adaptado de DE CICCIO, 2003.

## 2.2 Análise dos modos de falhas e efeitos (FMEA)

A Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) é uma técnica de confiabilidade que tem como objetivos (i) reconhecer e avaliar falhas potenciais que podem surgir em um produto ou processo; (ii) identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de ocorrência dessas falhas; e, (iii) documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimentos futuros do projeto ou processo (FOGLIATTO, 2009). Portanto, é uma ferramenta que busca evitar, por meio da análise das falhas as potenciais falhas, que ocorram no projeto do produto ou do processo.

A sua aplicação pode se dar de duas formas, (i) é a FMEA de Projeto, ao qual é uma técnica analítica, e seu uso é destinado para assegurar que os modos potenciais de falha juntamente com seus efeitos e causas sejam considerados e discutidos. Já a (ii) é a FMEA de Processo, foco desde estudo. Essa é considerada também como uma técnica analítica e sua utilização dar-se-á com o mesmo intuito da primeira (ALBERTON, 1996).

A FMEA de Processo é analisada com um enfoque sistemático, que formaliza e documenta o raciocínio da equipe ao longo das etapas de planejamento e melhoria do processo, auxiliando na redução dos riscos de falhas, uma vez que avalia os requisitos do processo, a fim de que todos os potenciais de falhas sejam analisados.

Conforme o autor Fogliatto (2009), para o acompanhamento do FMEA é necessário compreender a técnica como um documento dinâmico ao qual deve refletir as últimas versões do processo, assim como as últimas ações empreendidas, incluindo modificações adotadas após o início da produção. Assim, a FMEA é aplicada para, a partir de um item, mapear todos os possíveis modos e efeitos de falha incumbidos ao mesmo, para o caso em estudo, refere-se à caldeira flamotubular.

## 2.3 Análise de operabilidade de perigos (HAZOP)

O estudo de identificação de perigos e operabilidade, conhecido como HAZOP, é uma técnica de análise qualitativa desenvolvida para examinar as linhas de processo, identificando perigos e prevenindo problemas. Portanto sua análise é realizada através de palavras chaves que guiam o raciocínio dos grupos de estudos multidisciplinares, focando a atenção nos perigos mais significativos do sistema (ALBERTON, 1996).

Essa por si apresenta uma metodologia estruturada com a finalidade de identificar desconformidades operacionais. Assim, pode ser utilizada na fase de projeto de novos sistemas ou unidades de processo que já possuem fluxogramas de engenharia instalados. Não obstante, permite ainda ser aplicada no momento de modificações/ampliações de sistemas ou

unidades de processo que estão em atividade. Mas sua maior aplicação é como uma ferramenta de revisão geral dos aspectos de segurança de unidades de processos em operação (AGUIAR, 2009).

Sua aplicação ocorre através de três procedimentos básicos: (a) identificação das “Conexões”, que são os prováveis pontos críticos do sistema; (b) determinação das palavras-guia, isto é, aquelas capazes de abranger os possíveis desvios do sistema avaliado; e (c) avaliação dos desvios e proposição de alternativas mitigadoras (OLIVEIRA 2011, CARDELLA 2008).

## 2.4 Estudo dos riscos

### 2.4.1 Análise dos riscos

O processo de gerenciamento de riscos inicia-se primeiramente, em se conhecer e analisar os riscos de perdas acidentais que ameaçam a organização. A identificação de riscos é o processo através do qual as situações de risco de acidentes são analisadas de forma contínua e sistemática (MORAES, 2010). Todavia, a competitividade induz uma constante preocupação para a redução de custos dos processos. Assim a análise pode ser realizada por meio de fatores tecnológicos, econômicos e sociais.

- Os fatores tecnológicos estão relacionados ao desenvolvimento de processos mais complexos;
- Os fatores econômicos relacionam-se com o aumento de escala das plantas industriais;
- E os fatores sociais estão relacionados à proximidade de concentração demográfica.

Perante esses princípios, as normas OHSAS 18001:2007 e ABNT NBR ISO 31000:2009 indicam um método sistemático para o gerenciamento de riscos que inicia com a escolha de um contexto para em seguida identificar, analisar, estimar, tratar, monitorar e comunicar os riscos associados a alguma atividade, função ou processo da organização.

A norma OHSAS 18001:2007 (*Occupational Health and Safety Assessment Series*) é a versão mais atual da norma de sistemas de gestão da saúde e segurança do trabalho. Estabelece os requisitos, por meio de uma política, objetivos e monitoramento do desempenho. Trata-se de uma norma de caráter preventivo que visa a redução e controle dos riscos no ambiente de trabalho seguindo a abordagem PDCA - Planejar, Executar, Controlar e Agir. O sucesso de sua implantação é uma tarefa que cabe a todos em uma empresa. Essa norma internacional, define risco aceitável no item 3.17 “como sendo o risco minimizado a níveis aceitáveis pela organização e governo, considerando aspectos legais, política interna e limitação tecnológica”. O quadro 1, apresenta o critério de aceitabilidade do risco adotado pela norma Cetesb.

Diagrama de Nível de Risco - APP							
Categoria de Frequência	Gradação de Risco						
IV	3	3	4	4	5	5	5
III	1	2	3	3	4	4	5
II	1	1	2	2	3	3	3
I	1	1	1	1	2	2	2
	A	B	C	D	E	F	G
Categoria de Gravidade							

Fonte: Norma CETESB P 4.261/2003

Quadro 1 - Critério de aceitabilidade do risco

Determinação do Nível de Aceitabilidade do Risco			
ID	ID	Denominação	Descrição
1	Verde	DESPREZÍVEL	Aceitável
2	Azul	MENOR	Aceitável, sujeito à melhoria
3	Amarelo	MODERADO	Aceitável, esporadicamente
4	Roxo	CRÍTICO	Não aceitável
5	Vermelho	CATASTRÓFICO	Absolutamente, não aceitável

Fonte: Norma CETESB P 4.261/2003

Quadro 2 – Nível de aceitabilidade do risco

O fato de um risco ser considerado “desprezível”, não significa que não seja necessária a adoção de controles e medidas preventivas. Um risco desprezível pode ser considerado inaceitável, caso não sejam implementadas as medidas de detecção. Assim como, um risco catastrófico poderá ser considerado aceitável desde que existam medidas de detecção e controle que minimize ou eliminar a possibilidade de sua ocorrência (MORAES, 2010).

Mediante a isso, pode-se considerar que qualquer nível de aceitabilidade de risco identificada na tabela poderá ser considerado aceitável, desde que os perigos identificados na APP possuam formas de detecção e controle eficaz ou minimizem a ocorrência dos mesmos.

#### 2.4.2 Gerenciamento dos riscos

O sistema de gestão de riscos é o conjunto de instrumentos que a organização utiliza para planejar, operar e controlar suas atividades no exercício da função controle de riscos. Trata-se de instrumentos de gestão como, por exemplo, seus princípios, sua política, diretrizes, objetivos, estratégias, metodologias, programas, sistemas organizacionais e sistemas operacionais (CARDELLA, 2008).

A gerência de riscos é definida como uma metodologia que visa aumentar a confiança na capacidade de uma organização de prever, priorizar e superar obstáculos para obtenção de suas metas. Compreende, dessa forma, esforços na tentativa de eliminar, reduzir, controlar ou ainda financiar os riscos, caso seja economicamente viável (RUPPENTHAL, 2013). Portanto, trata-se do gerenciamento das possibilidades de falhas, ao qual previne evitar que essas aconteçam.

#### 2.5 Gerenciamento de Riscos em Caldeiras

O processo de gerenciamento de riscos, como todo processo de tomada de decisões, começa com a identificação e análise de um problema. Para o gerenciamento de risco, a problemática consiste primeiramente em se conhecer e analisar os riscos e perdas acidentais que ameaçam a organização. Essa identificação é o processo por meio do qual as situações de risco de acidentes são analisadas de forma contínua e sistemática. A análise pode ser realizada por meio de fatores tecnológicos, econômicos e sociais (DE CICCIO, 2003). Simultaneamente, a Técnica de incidentes críticos auxilia na identificação de erros, e, das condições inseguras. Neste âmbito, a sua utilização é destinada para atender situações de perigos que apresentam curtos intervalos de tempo para solução. Portanto, é focada para atender os incidentes críticos a fim de prevenir os riscos associados. Os autores Foguel e Fingerman (2013), descrevem as etapas a serem consideradas na aplicação da técnica:

- a) Determinação dos objetivos da atividade;
- b) Construção das questões que serão apresentadas aos entrevistados;
- c) Delimitação da população ou amostra de entrevistados;

- d) Coleta dos incidentes críticos;
- e) Identificação dos comportamentos críticos por meio da análise do conteúdo dos incidentes;
- f) Agrupamento dos comportamentos críticos em categorias mais abrangentes;
- g) Levantamento de frequências dos comportamentos positivos e/ou negativos;

O termo “caldeiras” é descrito e considerado pela NR 13, Caldeiras e Vasos sob Pressão, como todos os equipamentos que, simultaneamente, gerem, e, acumulem vapor de água ou outro fluido. O risco de acidente desses equipamentos tende a aumentar à medida que são reduzidas as tensões admissíveis do material e em suma da espessura da parede. As medidas de segurança devem ser periodicamente revistas a fim de evitar acidentes não somente relacionados à explosão, mas também a incêndios, choques elétricos e intoxicação (BRASIL, 2014).

É possível tomar conhecimento sobre vasos de pressão através da normativa, que o caracteriza como equipamentos que contenham fluidos sob pressão interna ou externa. Ao mesmo tempo, relata sobre o potencial de risco das caldeiras, que consiste na determinação do produto “P.V.”, onde “P” é a pressão máxima de operação em MPa e “V” o seu volume geométrico interno em m<sup>3</sup>.

Segundo Brasil (2014) apud Silva et al (2008), no item 13.3.9 desta NR, as caldeiras são classificadas nas seguintes categorias:

- Categoria A: pressão de operação igual ou superior a 1960 KPa ou 19.98 Kgf/cm<sup>2</sup>;
- Categoria B: são todas aquelas não enquadradas nas categorias acima;
- Categoria C: pressão de operação igual ou inferior a 588 KPa ou 5.99 Kgf/cm<sup>2</sup> e volume interno igual ou superior a 100 litros;

Portanto, os vasos de pressão da categoria “A” oferecem os maiores riscos associados, enquanto que, os da categoria “C” apresentam os menores riscos (BRASIL, 2014; OLIVEIRA et al, 2011). Quanto ao tipo, as caldeiras podem ser classificadas em flamotubulares e aquotubulares. As flamotubulares, foco desse estudo, caracterizam-se pela circulação interna dos gases de combustão, operando com combustíveis líquidos ou gasosos.

### 3. Metodologia

Esse trabalho quanto a sua finalidade é considerado de natureza aplicada, pois busca introdução de melhorias aplicáveis em postos trabalhistas específicos. Assim, em referencia aos seus objetivos, é caracterizado como uma pesquisa exploratória, porque estima uma familiaridade com a problemática visando deixá-la palatável.

Quanto ao método de pesquisa aplicado, este trabalho, é caracterizado como um estudo de caso qualitativo nominal. Conforme GIL (2010), estudo de caso é uma modalidade de pesquisa ampla que consiste em uma busca detalhada de conhecimento, a qual pode apresentar resultados em aberto, ou seja, na condição de hipóteses, e não de conclusões.

Segundo Miguel (2010), a pesquisa qualitativa nominal é aquela na qual as respostas não podem ser ordenadas, contém uma série de técnicas de interpretação que procuram descrever, decodificar e traduzir a problemática com foco nos processos em estudo. Assim têm ênfase na obtenção de informações sobre a perspectiva dos indivíduos e interpretação do ambiente em que a problemática acontece.

Neste sentido, a técnica inicialmente, adotará um estudo das ferramentas administrativas no tocante conceitual e análise dos dados pré-dispostos na pesquisa de análise de riscos. A

pesquisa dar-se-á no setor de serviços presumindo dados descritivos e bibliográficos sobre o tema.

Assim, nesse trabalho, foram analisadas bibliografias existentes, estudos de casos de aplicações efetuadas em caldeiras através das ferramentas FMEA e HAZOP, metodologias, referências e observações relativas aos principais critérios para análise de riscos em caldeiras flamotubulares.

#### **4. Estudo de Caso**

Conforme a metodologia será primeiramente contextualizada a empresa, e, o levantamento de dados e ao final a análise dos mesmos.

##### **4.1 Contextualização da empresa em estudo**

Para o presente estudo será realizado uma identificação quanto aos riscos presentes na fase operacional de caldeiras flamotubulares, com foco nos principais riscos identificados nos locais de trabalho. Posteriormente ao levantamento aqui proposto, a aplicação dar-se-á em uma organização federal do setor hospitalar, situada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

O Hospital Universitário de Santa Maria - HUSM foi fundado em 1970, e desde então é referência em saúde para a região centro do Rio Grande do Sul. Sendo um órgão integrante da Universidade Federal de Santa Maria, a instituição atua como hospital-escola, com sua atenção voltada para o desenvolvimento do ensino, da pesquisa e assistência em saúde (HUSM, 2014).

O HUSM conta com 29.800 m<sup>2</sup> de área construída, presta serviços assistenciais em todas as especialidades médicas e serve de campo de estágio para alunos de graduação e pós-graduação nos cursos da área da saúde.

Os atendimentos prestados à comunidade são realizados nos 291 leitos da unidade de internação e nos 38 leitos da unidade de tratamento intensivo, além das 53 salas de ambulatório, 11 salas para atendimento de emergência, nas 06 salas do centro cirúrgico e nas 02 salas do centro obstétrico. São diagnosticadas e tratadas diversas formas de procedimentos em saúde.

No quadro de pessoal permanente conta com 1.332 servidores federais, 577 terceirizados e 339 bolsistas. A assistência secundária e terciária é oferecida em mais de 70 especialidades. O HUSM atende uma média mensal de 11,3 mil consultas especializadas, 4,6 mil consultas emergenciais e realiza aproximadamente 760 mil exames e 10,8 mil internações ao ano (HUSM, 2014). Além disso, o HUSM é um dos únicos hospitais da região centro que atende pelo Sistema Único de Saúde (SUS). São prestados diversos serviços especializados e de ponta de mercado, fazendo com que a demanda seja superior a sua capacidade física e pessoal.

Para a referida pesquisa, é salientado que o hospital universitário de Santa Maria possui em sua dependência do setor de caldeiras dois equipamentos flamotubulares de fabricação datada em 1971, modelo H3-18, com superfície de vaporização de 100 m<sup>2</sup>; reprodução de vapor de 3.300kg/h; P.M.T.A.: 8,44 kgf/cm<sup>2</sup> e P.T.H.: 12,66 kgf/cm<sup>2</sup>.

##### **4.2 Demonstração dos resultados**

Conforme análise em bibliografias de gestão de riscos pesquisadas é trivial encontrar os fatores de riscos atrelados, principalmente, ao erro humano. A confiabilidade de um sistema, assim como suas perdas decorrentes do acidente, pode ter o fator humano evidenciado, em vista que se prospera uma influencia de maneira substancial. Isso fica evidenciado na

literatura de Couto (2009) que aponta seis causas para o erro humano em processos laborais, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2: Causas do erro humano.  
Fonte: adaptado de Couto (2009).

Os estudos de casos aplicados em caldeiras e vasos sob pressão analisados para o presente estudo revelam a existência de diversos riscos atrelados ao labor nesses equipamentos. Dessa forma, a Figura 3 e a Figura 4 apresentam os principais riscos a serem considerados para aplicação na Caldeira do HUSM, utilizando as ferramentas FMEA e HAZOP respectivamente.

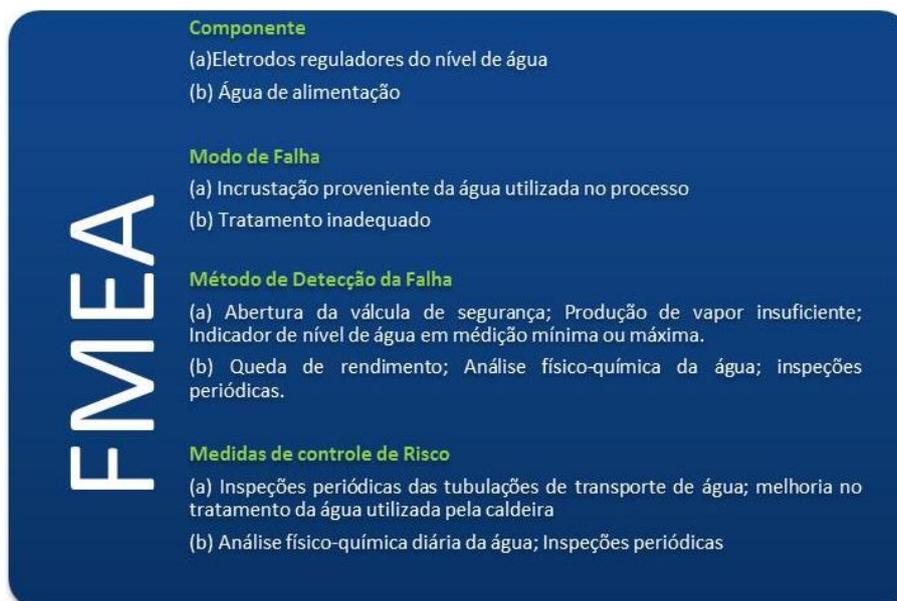
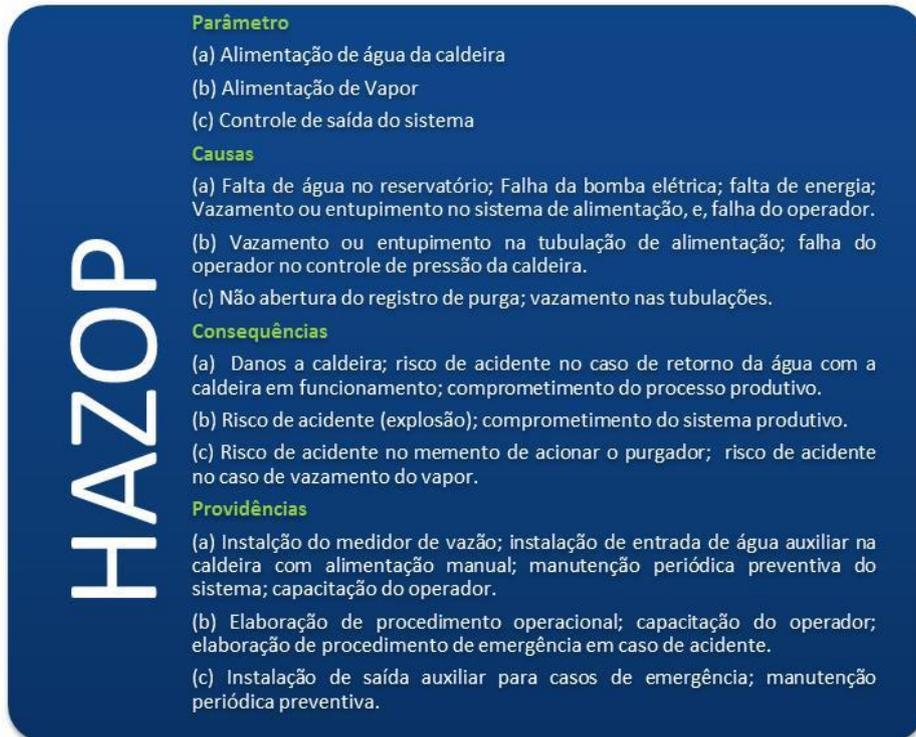


Figura 3: Pontos a serem considerado através da aplicação do FMEA  
Fonte: autores



**HAZOP**

**Parâmetro**

- (a) Alimentação de água da caldeira
- (b) Alimentação de Vapor
- (c) Controle de saída do sistema

**Causas**

- (a) Falta de água no reservatório; Falha da bomba elétrica; falta de energia; Vazamento ou entupimento no sistema de alimentação, e, falha do operador.
- (b) Vazamento ou entupimento na tubulação de alimentação; falha do operador no controle de pressão da caldeira.
- (c) Não abertura do registro de purga; vazamento nas tubulações.

**Consequências**

- (a) Danos a caldeira; risco de acidente no caso de retorno da água com a caldeira em funcionamento; comprometimento do processo produtivo.
- (b) Risco de acidente (explosão); comprometimento do sistema produtivo.
- (c) Risco de acidente no momento de acionar o purgador; risco de acidente no caso de vazamento do vapor.

**Providências**

- (a) Instalação do medidor de vazão; instalação de entrada de água auxiliar na caldeira com alimentação manual; manutenção periódica preventiva do sistema; capacitação do operador.
- (b) Elaboração de procedimento operacional; capacitação do operador; elaboração de procedimento de emergência em caso de acidente.
- (c) Instalação de saída auxiliar para casos de emergência; manutenção periódica preventiva.

Figura 4: Pontos a serem considerado através da aplicação do HAZOP  
Fonte: autores

## 5. Conclusão

O referido trabalho apresentou análises de estudos de caso em caldeiras flamotubulares com a utilização das ferramentas *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) e *Hazard and Operability Studies* (HAZOP).

Através desse estudo podem-se identificar alguns pontos críticos que se deve atentar quanto aos riscos em caldeiras a fim de serem considerados na aplicação de análise de risco no setor da caldeira do Hospital Universitário de Santa Maria – HUSM.

Os pontos críticos identificados pelos autores estão relacionados principalmente a área de manutenção das caldeiras, das tubulações e dos sistemas de alimentação de água e vapor das caldeiras assim como relacionados com o erro humano.

Contudo, evidenciou-se ainda nesse trabalho que, perante a aplicação dos métodos, e, via estudo na literatura científica, os riscos são propensos a mudanças de características em função do meio de atuação da organização e mediante suas próprias características operacionais. Assim, novos riscos emergem de novas estruturas corporativas ou por mudanças de tecnologias.

Diante do exposto, nota-se que as informações geridas nesse estudo transcrevem aspectos reais do setor de caldeiras flamotubulares. Assim, esses dados, nortearão a continuidade da pesquisa que será realizada na caldeira do HUSM. Desta forma, conclui-se que o objetivo deste trabalho foi cumprido.

## Referências

- ALBERTON, A.** *Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança*. Programa de pós-graduação em engenharia de produção. Florianópolis: UFSC, 1996.
- AGUIAR, L.A.** *Metodologias de Análise de Riscos APP&Hazop*. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/ceesa.html>> Acesso em: 24 de Nov. 2009.
- BRASIL.** *Ministério do Trabalho e Emprego. NR 13 – Caldeiras e Vasos Sob Pressão*. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808147596147014764A4E1D14497/NR13%20\(Atualizada%202014\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808147596147014764A4E1D14497/NR13%20(Atualizada%202014).pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2014.
- BORGE, Dan.** *The book of risk*. Ed. John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- CARDELLA, B.** Segurança nas Organizações. In: Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística. Atlas, 2008.
- CHIAVENATO, I.** *Gestão de Pessoas*, 3 edição, editora Elsevier – Campus, 2008.
- COUTO, H. A.** *Comportamento seguro: 70 lições para o supervisor de primeira linha*. Belo Horizonte: Ergo, 2009.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB).** *Norma P 4.261. Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos*. Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. São Paulo-SP, 2003.
- DE CICCIO, F., FANTAZZINI, M. L.** *Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos: Riscos e Probabilidades*. São Paulo: Séries Risk Management, 2003.
- FERREIRA, P. E.** *Análise dos riscos ambientais em uma empresa de geração termelétrica*. Trabalho de conclusão de curso, Unipampa, Bagé, 2013.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D.** *Confiabilidade e Manutenção Industrial*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2009.
- FREIBOTT, B.** *Sustainable safety management, Incident Management as a Cornerstone for a Successful Safety Culture*. Revista *The Monitor*, 2012. Disponível em: <http://www.asse.org/professionalsafety/docs/BerndFreibottArticle.pdf>. Acesso: 18 mai de 2014.
- FURNAS.** *Usina termoeletrica convencional. Sistema furnas de geração e transmissão*, parque gerador. <[http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina\\_term\\_funciona.asp](http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_term_funciona.asp)>. Acesso: 18 mai de 2014
- GIL, A.C.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo. 5º Ed. Editora: Atlas. 2010.
- H.S.O.** *Sistema de gerenciamento/ auditorias*. Disponível em <<http://hso.com.br/sga/gerisco.htm>>. Acesso: 16 mai de 2014.
- HUSM.** *O HUSM*. Disponível em <<http://www.husm.ufsm.br>> Acesso em 10 set. 2014.
- MIGUEL, C. P.A.** *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro. 1º Ed. Editora Elsevier 2010.
- MORAES, G.** *Sistemas de gestão de riscos – principais diretrizes – ISO 31.000/2009 comentada e ilustrada*, 1 ed. Vol 1. Rio de Janeiro, 2010.
- OLIVEIRA, M. M. et al.** *Análise do gerenciamento de riscos de um sistema de caldeiras e vaso sob pressão – estudo de caso*. In: Anais do 31º Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2011 out. 04-07; Belo Horizonte. Minas Gerais: ABEPRO; 2011.
- OLIVEIRA, O. J. et al.** *Gestão da segurança e saúde, identificar boas práticas*. Prod. v. 20, n. 3, p. 481-490, 2010.
- RUPPENTHAL, J. E.** *Gerenciamento de riscos – Santa Maria: UFSM, Colégio técnico Industrial de Santa Maria*. Rede e-Tec Brasil, 2013.
- SILVA, L. A. R. et al.** *Análise de risco utilizando a ferramenta FMEA em um gerador de vapor*. In: Anais do 28º Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2008 out. 13-16; Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: ABEPRO; 2008. p. 13-6.

**SOUZA, C. R. C.** *Análise e gerenciamento de riscos de processos industriais*. Pós graduação em engenharia de segurança. UFF. Disponível em: <[www.areaseg.com/bib/.../Apostila\\_de\\_Gerenciamento\\_de\\_Riscos.pdf](http://www.areaseg.com/bib/.../Apostila_de_Gerenciamento_de_Riscos.pdf)>. Acesso: 18 abril de 2014.

**UFTC**, *Higiene e segurança do trabalho, capítulo xix, 2011*. Disponível em <[http://lftc.civil.uminho.pt/Textos\\_files/construcoes/cp1/Cap.%20XIX%20%20Higiene%20e%20Seguran%C3%A7a%20no%20Trabalho.pdf](http://lftc.civil.uminho.pt/Textos_files/construcoes/cp1/Cap.%20XIX%20%20Higiene%20e%20Seguran%C3%A7a%20no%20Trabalho.pdf)>. Acesso: 17 mai de 2014.