APLICAÇÃO DE ESTUDO DE PERIGOS E OPERABILIDADE "HAZOP"

Autor 1 - José Aparecido Leal (SENAI) aparecidoleal@uol.com.br
Autor 2 - Sandro Melo Chagas (FEITEP) sandromchagas@gmail.com
Autor 3 - Oscar Regis Junior (UTFPR regis@utfpr.edu.br

Resumo:
O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um estudo realizado no projeto de uma caldeira marca "ICAVI" de utilização de biomassa, ou seja, utilizar a ferramenta Estudo de Perigos e Operabilidade "HAZOP" para detectar possíveis desvios no projeto executivo do referido equipamento. A ferramenta é fundamental, pois realiza um raio x de todo o fluxo de processo, detalhando as partes do equipamento. O primeiro passo é dividir o equipamento no formato de nós para facilitar a realização do estudo. Após isso, a equipe mutidisciplinadora usa as palavras chave para analisar as partes que compõem o equipamento dentro da metodologia sugerida pela ferramenta. O principal objetivo a ser destacado no estudo é o levantamento de possíveis falhas no desenvolvimento do projeto, tais como: dimensionamento das tubulações, resistência das estruturas, sistema de distribuição de água, sistema de segurança do equipamento "válvula de Segurança", construção da moega de biomassa e sistema de reutilização da água no sistema. Tudo isso para que a execução do projeto garanta um equipamento eficiente e que atinja a performance desejada.
Palavras-chave: Caldeira, Operabilidade, Perigos, HAZOP.

Keywords: BOILER, operability, HAZARDS; "HAZOP"

ABSTRACT
This study aims to present a study on the design of a brand Icavi boiler using biomass, ie using the Hazard Operability Study tool and "HAZOP" to detect possible deviations in the executive of that equipment project. The tool is critical because performed an x-ray of all parties that are part of the equipment. The first pass is to divide the equipment in the form of us to facilitate the study. After that, the mutidisciplinadora team uses the key words to analyze the component parts of the equipment within the method suggested by the tool. The primcipal obetivo to be highlighted in the study is a survey of possible failure in development of the project, such as: dimessionamento pipes, resistance of structures, water distribution system, equipment safety system "safety valve", construction hopper biomass and water reuse system in the system, all this so that the execution of the project, ensure efficient equipment and to reach the desired performam.
Keywords: Boiler, Operability, Hazards, HAZOP.

INTRODUÇÃO

Em 1963, a Divisão de Química Orgânica Pesada da indústria Inglesa Imperial de Química, "Imperial Chemical Industries" – ICI, estava projetando uma planta industrial para produção de fenol. Devido a problemas de custos, o projeto foi cortado em muitos pontos, perdendo algumas de suas características originais, gerando assim algumas críticas.

Em 1964, foi estabelecida uma equipe para aplicação de um exame crítico no projeto da planta a fim de detectar deficiências e investir da melhor forma possível. Durante quatro meses, três especialistas trabalharam no projeto, examinando detalhadamente todos os diagramas de linha da planta, encontrando muitos perigos potenciais e problemas operacionais que não haviam sido previstos no projeto original. Portanto, o princípio da técnica, que se baseava em "encontrar alternativas" foi modificado para "identificar desvios", surgindo assim a técnica Hazop.

O termo Hazop origina-se do inglês "Hazard and Operability Study". Também conhecido como "Estudo de Perigos e Operabilidade". O Hazop é uma técnica projetada para identificar perigos que possam gerar acidentes nas diferentes áreas da instalação, além de perdas na produção em razão de descontinuidade operacional.

A necessidade de identificar erros ou omissões de projeto tem sido reconhecida há muito tempo, mas vem sendo realizada tradicionalmente com base em conhecimentos individuais de especialistas.

Por exemplo, o engenheiro de instrumentação verifica os sistemas de controle e, se está satisfeito, aprova o projeto e o passa para o próximo especialista. Este tipo de verificação individualizada melhora o projeto mas tem pouca chance de detectar perigos relacionados com a interação das diversas funções ou especialidades.

2. CONCEPÇÃO DO MÉTODO

De maneira geral, o Hazop consiste na realização de uma revisão da instalação, identificando perigos potenciais e/ou problemas de operabilidade, por meio de uma série de reuniões, durante às quais uma equipe multidisciplinar discute metodicamente o projeto da planta.
O líder da equipe orienta o grupo, através de um conjunto de perguntas estruturadas, usando palavras-guia, que focalizam desvios fora dos parâmetros estabelecidos no processo ou na operação.

A equipe procura identificar as causas de cada desvio e, caso sejam constatadas consequências consideradas relevantes, ou seja, as de elevada probabilidade ou magnitude, são avaliados os sistemas de proteção para determinar se estes são suficientes para controlar essas situações.

A principal vantagem desta discussão é que ela estimula a criatividade e gera ideias.
Essa criatividade resulta da interação da equipe com diferentes formações.

A melhor ocasião para a realização de um estudo Hazop é a fase em que o projeto se encontra razoavelmente consolidado. Além disso, neste ponto ainda é possível alterar o projeto sem grandes despesas. Do ponto de vista de custos, o Hazop é ótimo quando aplicado a novas plantas, no momento em que o projeto está estável e documentado, ou para plantas existentes ao ser planejado um remodelamento.
Seguem abaixo exemplos de palavras-guia, parâmetros de processo e desvios:

Palavra-guia	Parâmetro	Desvio
Nenhum	Fluxo	Nenhum fluxo
Mais (alto)	Fluxo	Mais fluxo
Menos (baixo)	Fluxo	Menos fluxo

Reverso	Fluxo	Fluxo Reverso
Mais (alto)	Pressão	Mais Pressão
Menos (baixo)	Nível	Menos nível
Outros	Produto	Material errado/presença de contaminantes
Mais	Reação	Mais reação
Nenhuma	Reação	Nenhuma reação

Fonte: Curso de Gerenciamento de Riscos – RJ – 1997

Figura 01 – Palavras chave

3. DESENVOLVIMENTO DO HAZOP

Os estudos Hazop devem ser realizados por uma equipe multidisciplinar, composta de 5 a 7 membros, embora um contingente menor possa ser suficiente para a análise de uma planta pequena. Sendo a equipe numerosa demais, a unidade do grupo se perde e o rendimento tende a ser menor. Para a análise de um novo projeto, a equipe pode ser composta por:
- Engenheiro de projeto; Engenheiro de processo; Engenheiro de automação; Engenheiro eletricista; Líder da equipe.
- Para a análise de uma planta em operação, a equipe pode ser composta por:
- Gerente da unidade; Supervisor de operação; Engenheiro de manutenção; Engenheiro de instrumentação; Engenheiro eletricista; Químico; Líder da equipe.

Alguns projetos necessitarão da inclusão de diferentes disciplinas, como por exemplo: engenheiro elétrico, engenheiro civil e farmacêutico-bioquímico, entre outros.
No caso de plantas descontínuas, os preparativos são em geral mais extensos, sobretudo pela necessidade maior de operações manuais; assim, as sequências de operação constituem a maior parte do Hazop. Esses dados operacionais podem ser obtidos nas instruções operacionais, diagramas lógicos ou diagramas sequenciais de instrumentos.

Como regra geral, deverá ser estudada cada parte isoladamente. Por exemplo, cada tubulação principal alimentando um vaso, utilizará em média 15 min do tempo da equipe. Um vaso com duas entradas, duas saídas e um alívio deverá utilizar cerca de 1 hora e meia. Nessas condições, torna-se possível efetuar uma estimativa com base no número de tubulações e de vasos a serem analisados.

O Hazop requer a divisão da planta em nodos (nós) de estudo (pontos estabelecidos nos desenhos de tubulação, instrumentação e procedimentos, entre os quais encontram-se os componentes da planta como bombas, vasos, trocadores de calor, etc.) e que o processo, em tais pontos, seja analisado com auxílio das palavras-guia.
A equipe de estudo começa pelo início do processo, progredindo no sentido do seu fluxo natural, aplicando palavras-guia em cada nodo de estudo, identificando os problemas potenciais nesses pontos. Como exemplo, a palavra-guia alta combinada com o parâmetro pressão resulta num desvio de alta pressão.

A equipe analisa os efeitos desse desvio no ponto em questão e determina suas possíveis causas, bem como suas consequências.

É importante também que todas as linhas de serviço, incluindo linhas de vapor, água, ar comprimido, nitrogênio e drenagem sejam “hazopadas”, assim como as linhas de processo. Além disso, deverão ser observadas pequenas derivações ou ramificações que podem não conter uma numeração.

4. BENEFÍCIOS

Avaliação das consequências dos erros operacionais: embora o Hazop não substitua uma análise completa de erro humano, ele pode auxiliar na identificação de cenários nos quais os operadores podem errar, originando sérias consequências, justificando medidas adicionais de proteção.
Prognóstico de eventos: o Hazop pode ser efetivo na descoberta de incidentes previsíveis, mas também pode identificar sequências de eventos raros que possam acarretar incidentes que nunca ocorreram.
Melhoria da eficiência da planta: além da identificação dos perigos, o Hazop pode descobrir cenários que levam a distúrbios na planta, como bloqueios não planejados, danos a equipamentos, produtos fora de especificação, bem como melhorias básicas na maneira pela qual a planta é operada.

5. PONTOS FRACOS

Pouco conhecimento dos procedimentos de aplicação do Hazop e dos recursos requeridos.
Inexperiência da equipe: um Hazop realizado por equipes inexperientes pode não atingir os objetivos desejados quanto à identificação dos perigos, ou ainda gerar recomendações não pertinentes.

Líder inexperiente ou não adequadamente treinado: o líder de Hazop precisa ser tecnicamente forte e experiente na técnica, de forma a extrair os conhecimentos de todos os participantes.
Falha em se estabelecer um ambiente "seguro" para os membros da equipe: um Hazop deve ser uma troca livre de informações a respeito de como a planta realmente é operada. A menos que os membros da equipe estejam livres de recriminação e possam fazer declarações do tipo "aquele sistema de bloqueio não foi testado em dois anos", o Hazop não cobrirá algumas falhas sérias de projeto ou de operação da planta.

Acreditar em medidas de proteção desnecessárias: é fundamental que o líder force a equipe a avaliar a eficácia de cada medida de proteção antes de requerê-la.

6. ESTUDO DE CASO

Segundo Yin (2001), o estudo de caso contribui para compreensão de fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Esse método vem sendo utilizado para realização de pesquisas em várias áreas, com o desejo de buscar a compreensão de fenômenos sociais complexos. O estudo de caso permite uma investigação ampla e ao mesmo tempo rica em detalhes dos eventos da vida real.

O autor comenta que o estudo de caso permite uma investigação das características significantes de eventos vivenciados, tais como: processos organizacionais e administrativos. É semelhante a um experimento ou experiência, sendo um erro comparar o estudo de caso como um estágio exploratório de algum outro tipo de estratégia de pesquisa.

6.1 COLETA DE DADOS DO ESTUDO

O estudo de HAZOP da caldeira de uma multinacional na unidade de Ponta Grossa - PR teve o objetivo de identificar quaisquer desvios no novo equipamento que poderá resultar em perigos para os colaboradores ou riscos operacionais inesperados.

O estudo concentrou a atenção sobre os desvios do projeto executivo, bem como o que pode acontecer "dentro" do processo operacional após a execução do projeto.

A primeira hipótese submetida é que o equipamento foi projetado corretamente para um determinado conjunto de condições de funcionamento, dentro das questões de segurança do processo ou situações perigosas que possam ocorrer durante as operações, ou seja, ações que atuam nos possíveis desvios envolvendo a operação.

O estudo do HAZOP fornece uma estrutura analítica de abordagem para identificar esses desvios e as consequências com as devidas medidas preventivas.

O Estudo de HAZOP é uma análise sistemática de “brainstorming” estruturado, baseado em diagramas de tubulação e instrumentação do equipamento (P & IDs), utilizando palavras guia que são combinadas com os parâmetros do processo para examinar desvios no projeto e nos fluxo selecionados que compõem o processo. As palavras de guia utilizadas incluem mais (superior) e menos (inferior).

Os nós foram numerados para fins de registro e indicados na P & IDs. As análises dos nodes foram registrados no início do processo de estudo de HAZOP, através de planilhas produzidas durante as sessões de estudo da equipe. Durante as reuniões do HAZOP, os desvios do processo descrito são profundamente examinados em cada nó. Se existirem prevenções no sistema, tais como: instrumentação, alarmes e desligamentos, válvulas de alívio ou ação do operador que poderão ajudar a prevenir ou atenuar acidentes, se a resposta do fluxo for o esperado, será inserida na coluna “prevenções” da planilha HAZOP. A equipe pode decidir fazer uma mudança, caso necessário, para melhorar a prevenção ou operacionalidade. As recomendações serão anotadas na coluna intitulada "Recomendações".

Fonte: Projeto da Caldeira ICAVI – 2015

Figura 01 - Projeto da caldeira

Ponta Grossa Boiler
Material de Apoio
Louis Dreyfus Commodities

Louis Dreyfus Commodities	HAZOP Analise de Risco	PLANTA : PROCESSO :		Data : Sistema nr Desenho Nr: Folha nr :	
ALCANCE :					
INTENÇÃO :					
PARAMETRO :	( )PRESSÃO ( )TEMPERATURA ( )FLUXO ( )NIVEL ( ) REAÇÃO ( ) PH ( ) VOLUME				
PALAVRA-CHAVE :	( ) NÃO ( )MENOS ( ) REVERSO ( ) MAIS ( ) OUTROS (contaminação , fluxo reverso , etc)				
EQUIPE :					

Desvio	Causas	Consequências	CAT	Prevenções	CAT	Recomendações

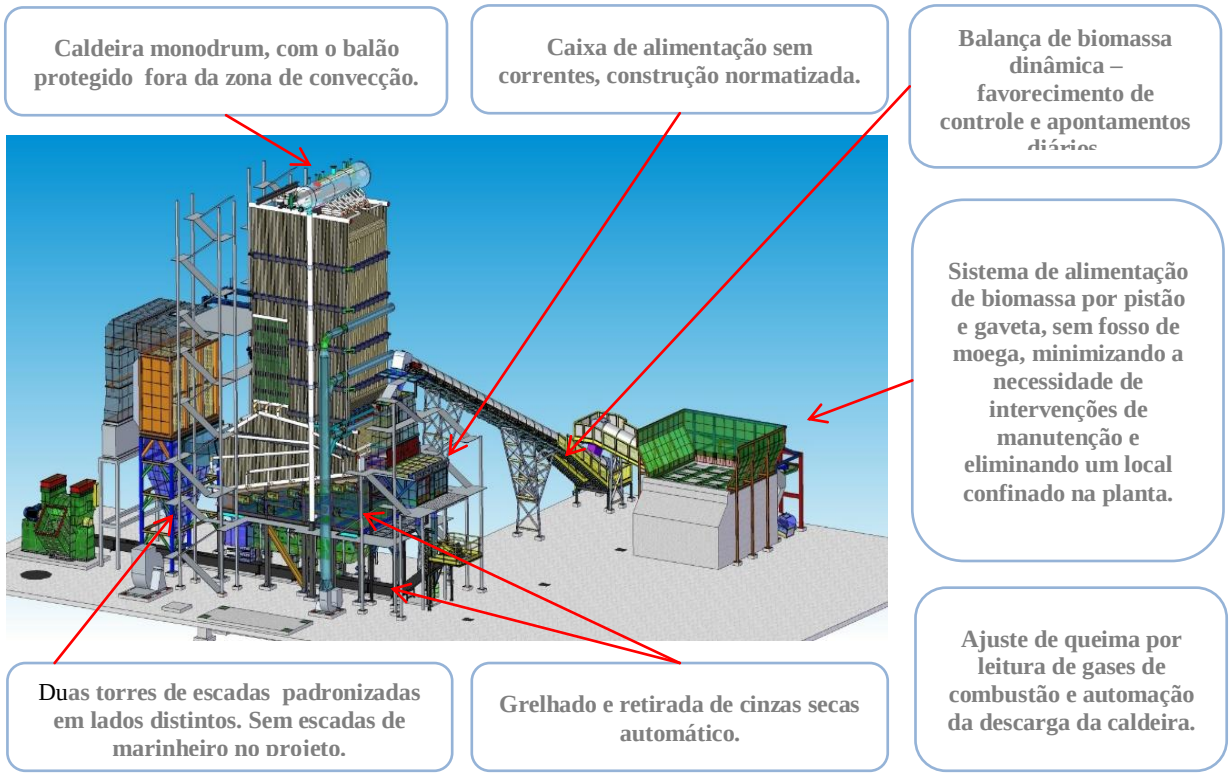
CATEGORIAS : I = INACEITÁVEL II = INDESEJÁVEL III = ACEITÁVEL , PORÉM COM CONTROLES IV = ACEITÁVEL TAL QUAL IT = INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Fonte: do autor.

Figura 02 – Formulário de Ferramenta HAZOP

6.1.2 Fluxo dos Nós

O fluxo apresentado na sequência são os nós do projeto que foram separados para facilitar a localização do HAZOP nos nós do processo/projeto (Figura 03) para posterior a aplicação de forma sequencialmente as palavras chave conforme a tabela apresenta abaixo. O equipo multidiscplinar de estudo separou as fases do projeto para facilitar a análise.



Fonte – ICAVI

Figura 03 – Projeto da caldeira

Ponta Grossa Boiler
Material de Apoio
Louis Dreyfus Commodities

NÚMERAÇÃO	FLUXO DO NÓ	EQUIPAMENTOS COMPOSTOS
01	Moega de biomassa até o silo de alimentação da caldeira	01 - Uma moega receptora de biomassa com caixa de estocagem; 02 – Cilindro Hidráulico de biomassa; 03 – Motor de acionamento; 04 – Correia Transportadora; 05 – Duto de descarga; 06 – Chapa defletora; 07 – Sistema móvel; 08 – Torre; 09 – Fim de curso; 10 – Estrutura, sensores, guarda corpo.
02	Alimentação da caixa de entrada até a grelha de queima	01 – Visor do Silo; 02 – Tampa do silo; 03 – Guilhotina; 04 – Olhal; 05 – Moega; 06 – Gaveta dosadora; 07 – Fechamento de mancal; 08 – Duto de rejeito; 09 – Chapa fim de curso; 10 – Acionamento do silo.

Fonte: do autor.

Figura 04 – Fluxo de nós 1 e 2 do sistema HAZOP

Ponta Grossa Boiler
Execução
Louis Dreyfus Commodities

Louis Dreyfus Commodities	HAZOP Analise de Risco	PLANTA :	LOUIS DREYFUS - PONTA GROSSA - PR	Data :	18/06/2015
		PROCESSO :	Caldeira ICAVI -50 tons/hr - 15 bar - vapor saturado	Sistema nr	1
ALCANCE :	moega de biomassa até o silo de alimentação da caldeira (equip novo)			Desenho Nr:	05021-FM00
INTENÇÃO :	manter suprimento de biomassa de acordo com a demanda da caldeira			Folha nr :	1
PARAMETRO :	( )PRESSÃO ( )TEMPERATURA (x)FLUXO ( )NIVEL ( ) REAÇÃO ( ) PH (x) VOLUME				
PALAVRA-CHAVE :	(x) NÃO (x)MENOS ( ) REVERSO (x) MAIS ( ) OUTROS (contaminação , fluxo reverso , etc)				
EQUIPE :	Geraldi (consultor), José Leal, Dario, tarcisio, Josuel (Supervisor de Turno), Pascuni (Operador de caldeira), Célio (Elétrica), Juliano (ICAVI) Arno (ICAVI)				

Desvio	Causas	Consequências	CAT	Prevenções	CAT	Recomendações
1.falta de biomassa	1. Moega vazia de biomassa	1. Potencial de parada da caldeira e perda de produção	II	1. Incluir no projeto a instalação de câmera com foco na moega , e visualisação na sala do operador	III	1. Capacitar os operadores e os auxiliares com curso de operador de pá carregadeira para o trabalho em situações de emergências.
	2. Falha na unidade hidráulica, via sistema de óleo ou cilindros	2. Potencial de parada da caldeira	II	2. Há 2 bombas , sendo uma reserva da outra 3.terá grade de proteção para inspeção visual dos cilindros	III	2. Elaborar IT para inspeção e alternância de bombas e verificação em campo de que as grades citadas estejam instaladas
	3. Quebra de transportador	3. Potencial de parada da caldeira	II	3. Tem sensor zero speed 4. Tem sensor de desalinhamento 5. O projeto contempla TT nos mancais, todos com visualização todos com visualização tela	IV	3. Incluir na rota critica de inspeção de equipaementos críticos
	4. Entupimento de transportador por pedaços de madeira ou material estranho	4. Potencial de parada da caldeira	II	6. O projeto contempla sensores de bicas cheias com visualização no spervisório	III	4. Elaborar IT para desobstrução de bicas e a moega 5. Instalar botoeiras de paradas de emergências na moega
	5. Falha operacional causado por excesso de material no sistema	5. Possível transbordo do silo de alimentação / quebra de transportador	I	7. O projeto prevê chave de nível alto no silo de alimentação LSH 8. LSH acionando as correias rodam por tempo calculado para serem esvasiadas e então desligam automaticamente	III	6. Garantir que no comissionamento de que LSH bloqueia os transpotadores montante.

CATEGORIAS : I = INACEITÁVEL II = INDESEJÁVEL III = ACEITÁVEL , PORÉM COM CONTROLES IV = ACEITÁVEL TAL QUAL IT = INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Fonte: do autor.

Figura 05 – Recomendações

Ponta Grossa Boiler
Relações de recomendações com responsáveis
Louis Dreyfus Commodities

Louis Dreyfus Commodities	HAZOP Analise de Risco	PLANTA :	LOUIS DREYFUS - PONTA GROSSA - PR	Data :	18/06/2015
		PROCESSO :	Caldeira ICAVI -50 tons/hr - 15 bar - vapor saturado		
ALCANCE :	PLANILHA DE RECOMENDAÇÕES RESPONSÁVEL				
INTENÇÃO :	Aprender com os erros - ter como base de informações , visando o aperfeiçoamento ao descrever a instruções de trabalho para o novo em análise				

NÚMERO DA AÇÃO	RECOMENDAÇÕES PROPOSTAS	RESPONSÁVEL	PRAZO
1	Capacitar os operadores e os auxiliares com curso de operador de pá carregadeira para o trabalho em situações de emergências.	RH	15/12/2015
2	Elaborar IT para inspeção e alternância de bombas e verificação em campo de que as grades citadas estejam instaladas.	Josiel e Pascuni	15/12/2015
3	Incluir na rota critica de inspeção de equipaementos críticos.	Tiago castro	15/12/2015
4	Elaborar IT para desobstrução de bicas e a moega.	Josiel e Pascuni	15/12/2015
5	Instalar botoeiras de paradas de emergências na moega.	Tarcisio/Edison	30/11/2015
6	Garantir que no comissionamento de que LSH bloqueia os transpotadores montante.	Dario	05/12/2015
7	Avaliar durante a operação quanto ao nível de pó gerado para o meio ambiente e tomar as medidas corretivas caso necessário.	Tenorio	30/12/2015
8	Elaborar IT para comunicação interna do ocorrido, bem como, de como operar somente com uma unidade e por quanto tempo da falha na CPU	Celio	10/12/2015
9	Incluir os sensores no sistema de manutenção preventivo e preditiva	Tiago castro	15/12/2015
10	Há TAH deve ter o set-point ajustado no comissionamento da caldeira, bem como funcionamento dos sprinklers	Dario/Tarcisio	30/11/2015
11	TSH deve parar alimentação o exaustor e visualização do supervisório	Tarcisio/Edison	12/12/2015
12	Elaborar IT - específico para inspeção de grelhas e retirada eventual de grelha caida sobre a chapa expandida	Josiel e Pascuni	12/12/2015
13	IT - idem recomendação 10 acima.	Dario/Tarcisio	30/11/2015
14	Estabelecer rotina de verificação das condições do material queimado na caçamba de coleta e não diretamente no rdler de cinzas.	Josiel	12/12/2015
15	Realizar inspeção visual em todos os horário de trabalho.	Operadores	Sempre
16	Certificar-se de que a cinza não forme uma mistura explosiva ao se dispersar	Operadores	sempre
17	Criar IT de retirada de cinzas que garanta a caçamba reserva.	Amanda	12/12/2015
18	Elaborar IT para desobstrução do cone de descarga do economizador, pois é região de cinzas com altas remperaturas	Tenorio/Joel	15/12/2015
19	Incluir no sistema de manuteção preventiva e preditiva da unidade	Tiago castro	15/12/2015
20	Acrescentar de portas de explosão na caldeira, vinsando futuramento queima de outros tipos de combustíveis que não o biomassa.	Dario	15/08/2015
21	Criar rotina de inspeção e manutenção pelo operador do turno.	Josiel	30/12/2015
22	Elaborar IT para uso água de hidrante e acionar a bomba do poço artesiano reserva, bem como, acionamento alteranado das bombas de alimentação.	Sergio/Fabio Sá	30/12/2015
23	Operabilidade = OP: a - Trocar a caixa d`água devido corrosão; b -Fazer US do costado do desaerador; c - Desaerador:retirar o tubo sifão corroido e revisar elemento interno do desaeração.	Fábio Sá	12/12/2015

Fonte: do autor.

Figura 6 – Recomendações do estudo

7. CONCLUSÃO

Concluímos que o estudo de perigos e operabilidade (HAZOP) da caldeira da empresa estudada na unidade de Ponta Grossa obteve o resultado esperado pelos responsáveis na condução do projeto do novo equipamento e da equipe multidisciplinadora, com alguns pontos a destacar:

a análise conceitual da ferramenta e da equipe demonstra que o projeto executivo foi desenvolvido dentro das melhores práticas de prevenção de perdas. O desenvolvimento do estudo contribuiu para uma melhor compreensão dos responsáveis na condução do projeto em relação às operações, devido ao aprofundamento no detalhamento das composições de cada nó no referido equipamento. Além disso, houver a oportunidade de sugerir recomendações efetivas para serem implantadas e executadas durante a concretização do projeto;

o estudo oportunizou uma sinergia entre os participantes que puderam sugerir e participar das diversas discussões que ocorreram durante as sessões de estudo, sugerindo melhorias da eficiência da planta. Além da identificação dos perigos, o Hazop ofereceu oportunidade de descobrir cenários que podem levar a desvios e com possibilidades de acidentes com a planta, ocorrendo bloqueios não planejados, danos a equipamentos, produtos fora de especificação, bem como melhorias básicas na maneira pela qual a planta é operada, ou seja, oferecendo oportunidades de ações com recomendações para incluir no projeto executivo;

após essa experiência, a equipe recomenda que em todos os projetos de um valor expressivos para a companhia sejam realizados estudos semelhantes para que se obtenha as melhores performances após a sua instalação, garantido assim uma operação segura.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO E LIMA, Júlio C. de & LOPES, João C. G. *Estudos de Perigos e Operabilidade (Hazards and Operability Studies)*. Curso de Engenharia da Confiabilidade. IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo. 1994.

Chemical Industries Association. *A guide to Hazard and Operability Studies. London*, 1987.

Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. *American Institute of Chemical Engineers - AICHE*, 1985.

JONES, D. W.. *Lessons from Hazop experiences. Hydrocarbon Processing*. April, 1992.

KLETZ, T. A. *Hazop and Hazan: Identifying and Assessing Process Industry Hazards*. 3rd ed. London. Institution of Chemical Engineers, 1992.

MORAES, Giovanni, *Regulamentação do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, Legislação de Segurança, Saúde e Meio Ambiente*. Editor Independente, 1ª ed., Rio de Janeiro, 2001.

MORAES, Giovanni, *Perícia e Avaliação de Ruído e Calor Passo a Passo*, Editor Independente, 2ª ed., Rio de Janeiro, 2002.

MORGADO, Cláudia do Rosário Vaz. *Introdução ao Gerenciamento de Riscos. Caderno de Produção*. Rio de Janeiro: SEGRAC - Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Segurança, Gerenciamento de Riscos e Acessibilidade na UFRJ, 1997.

OLIVEIRA, Maria Cecília de. *Hazop - Análise de Perigos e Operabilidade*. Curso Técnicas de Análise de Risco. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, 1993.

PEREIRA, A. L. *Análise de segurança e confiabilidade de sistemas de transportes, Apostila do Programa de Engenharia de Transportes,* COPPE/ UFRJ, 1998.

VELLO, Reginaldo Loureiro; ARIDE, Samir; NASCIMENTO, Leila Celin; LOUREIRO, Régis Rodrigues** - *SEGURANÇA EM PLATAFORMAS DE PETRÓLEO E GÁS* - Programa de Mestrado em Eng. Ambiental do Centro Tecnológico da UFES – PMEA.