

SEGURANÇA EM MANOBRAS DA REDE DE VAPOR DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

*Adriano Francisco dos Santos²
Evandro Perim Gaspar³
Julio Cesar Santana Barbosa⁴
Leonardo Ragassi Ferreira⁵*

Resumo

Dentre as diversas atividades executadas na área de Utilidades de uma empresa, as manobras em redes de vapor de alta temperatura estão entre as que têm grande potencial de trazer danos às pessoas em caso de acidentes. O presente trabalho visa mostrar a preocupação dos funcionários da Área de Distribuição de Energia da empresa, após conhecimento de alguns acidentes ocorridos no mundo, em especificar um equipamento de proteção individual que minimizasse as consequências para o operador quando da realização de manobras nas redes de vapor da área, trazendo maior segurança para os mesmos.

Palavras-chave: Vapor; Equipamento de proteção.

SAFETY MANEUVERS IN THE STEAM NETWORK OF ARCELORMITTAL TUBARÃO SITE

Abstract

Among the various activities carried out in utility area of a company, maneuvers in networks steam are those who may have great potential to bring harm to people, while an accident happens. This papers aims to show the concern of ArcelorMittal Tubarão employees, after knowledge of some accidents in the world, to specify a personal protect equipment that minimizes the consequences for the operator when performing maneuvers in the steam area networks, providing greater security for them.

Key words: Steam; Protect equipment.

¹ *Contribuição técnica ao 34º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 28º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 28 a 30 de agosto de 2013, Vitória, ES.*

² *Técnico em Eletrotécnica - Técnico de Distribuição de Energia do Departamento de Produção de Gusa e Energia da ArcelorMittal Tubarão.*

³ *Técnico em Técnico em Segurança do Trabalho - Técnico de Segurança do Trabalho do Departamento de Recursos Humanos da ArcelorMittal Tubarão.*

⁴ *Técnico em Mecânica - Técnico de Distribuição de Utilidades do Departamento de Produção de Gusa e Energia da ArcelorMittal Tubarão.*

⁵ *Técnico em Mecânica - Técnico de Distribuição de Utilidades do Departamento de Produção de Gusa e Energia da ArcelorMittal Tubarão*

1 INTRODUÇÃO

As atividades na área industrial de uma empresa são sempre cercadas de muitos riscos que devem ser analisados com o objetivo de encontrar formas eficazes de controle e mitigação. A interação dos funcionários com o sistema em que estão trabalhando tem um papel fundamental na identificação desses riscos.

Na ArcelorMittal Tubarão, um dos riscos a serem considerados, são os de queimadura por projeção de vapor. Essa utilidade é operada e monitorada pela Célula de Distribuição de Combustíveis, e desempenha um papel de grande importância no processo industrial. A preocupação durante as manobras e manutenções desse insumo despertou a necessidade de pesquisa de um equipamento de proteção que fosse mais eficiente para a segurança dos funcionários próprios e parceiros.

2 O VAPOR NA ARCELORMITTAL TUBARÃO

2.1 Geração e Distribuição de Vapor

O vapor na ArcelorMittal Tubarão é gerado em duas áreas: no CDQ e nas Caldeiras das Centrais Termoelétricas.

O vapor é gerado na Coqueria através da planta operacional do CDQ (*Coque Dry Quenching*) (Figura 1). O apagamento do coque propriamente dito se processa, soprando o gás de resfriamento na parte inferior da câmara, passa por um sistema de distribuição e sobe em direção a parte superior, absorvendo o calor do coque e atingindo a temperatura de $\pm 800^{\circ}\text{C}$. É recolhido por 32 canais dispostos em torno da parte superior da câmara, passando por um coletor primário onde as partículas maiores são retidas. A seguir é conduzido para a caldeira onde cede seu calor à mesma, produzindo vapor de 23 Kg/Cm² e 350°C.

É gerado por cada tonelada de coque apagado 585 Kg de vapor a 350°C e pressão de 23 Kg/cm². (1.670.000 t/ano de coque apagado x 585 Kg/vapor) = 976.950 t/ano de vapor.

A produção média das 5 caldeiras é de 110 t/h onde 25% deste valor é consumido no próprio CDQ e os outros 75% é enviado para o Produtos Químicos e a Utilidades.

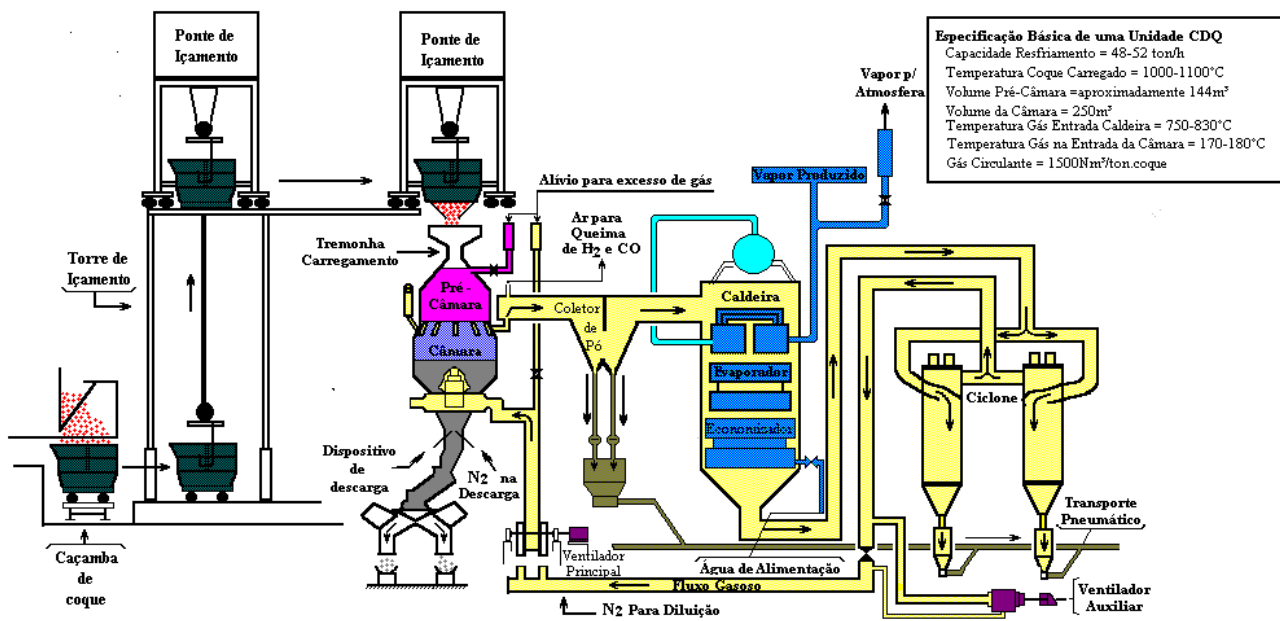


Figura 1. Processo da Coquearia.

Nas Centrais Termoelétricas da usina o vapor é gerado em quatro caldeiras do tipo água-tubular de alta pressão, com capacidade de 270 ton/hora cada, através da queima dos gases produzidos no processo siderúrgico: Altos Fornos (BFG), Coquearia (COG) e Aciaria (LDG) ou Alcatrão, no caso de falta de algum desses gases. O fluxograma desse processo pode ser analisado através da Figura 2.

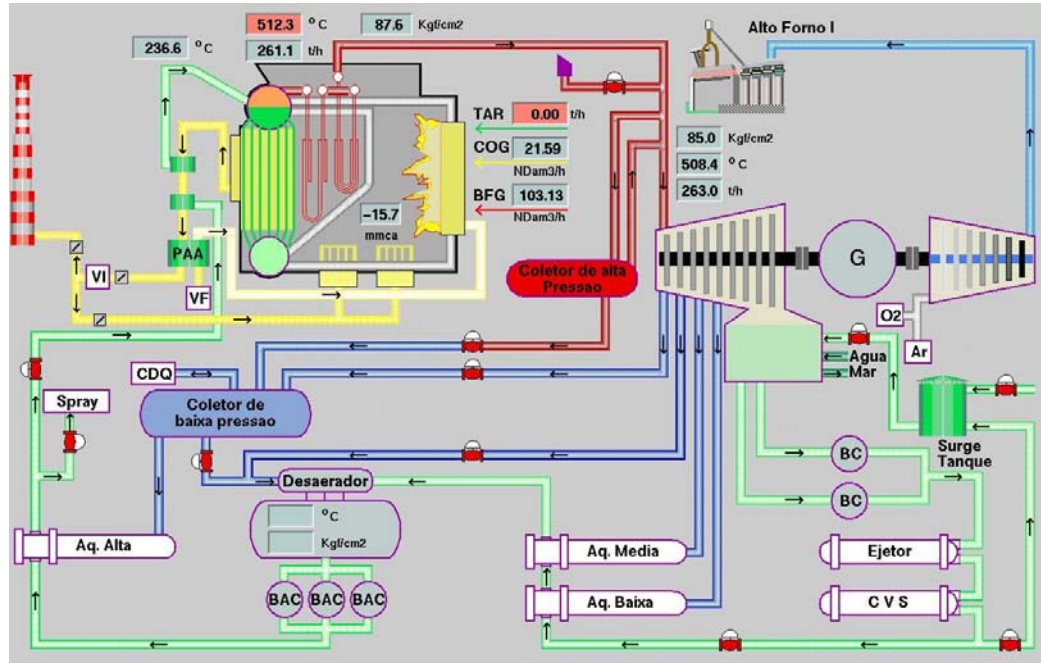


Figura 2. Vapor - Centrais Termoelétricas.

2.2 Principais Clientes de Vapor

Os principais clientes de vapor da usina e sua utilização nestes locais estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Principais clientes de vapor

Clientes de Vapor da ArcelorMittal Tubarão	
Área	Utilização do vapor
Restaurante Central	Utilizado para preparo de alimentos diversos
Altos Fornos	Utilizado nos Cromatográficos dos fornos para análise on-line do gás BFG para acompanhamento das condições operacionais dos mesmos e para purga do forno durante paradas.
Centrais Termoelétricas	Utilizado nos aquecedores de alcatrão, aquecimento das redes de alcatrão (vapor de traço), selagem das turbinas e no aquecedor de alta pressão (reaproveitamento do excesso de vapor do sistema)
CDQ	Turbinas de recirculação de água, alimentação de água e desaeração.
Carboquímica	Exaustores de gás, bombas de recirculação e grupo frigorífico.
Fracionamento de Ar	Utilizado na Planta 3 para aquecimento do Nitrogênio a 200 °C para regeneração dos pre-purificadores (retirando umidade, Dióxido de Carbono e Hidrocarbonetos do Ar)
Oficinas	Limpeza de peças.
RH	Utilizado para fazer vácuo no vaso de tratamento do aço
Tancagem	Serpentinas dos Tanques de alcatrão, Aquecedores de alcatrão e para manter temperatura das redes de distribuição de alcatrão (vapor de traço).
Estação Desmineralizadora de Água	Utilizado para aquecimento/diluição da soda durante a fase de aplicação na regeneração dos trocadores aniônicos.
Vestiários	Utilizado no sistema de aquecimento de água para os chuveiros

3 ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

A Área de Distribuição de Energia da ArcelorMittal Tubarão é responsável pela distribuição das utilidades necessárias para a produção do aço. Ela é composta das células de Água, Energia e Combustíveis, sendo o foco desse trabalho direcionado para essa última.

3.1 Célula de Distribuição de Combustíveis

O sistema de Distribuição de combustíveis é responsável por receber os gases gerados nos processos internos, assim como o Alcatrão e Vapor de Processo, e redistribuir para os consumidores de acordo com os padrões.

Características dos principais equipamentos:

- Torres de Queima #1,#2,#3 e #4 de BFG;
- Gasômetro de BFG (Gás de Alto Forno) – 150.000 Nm³ (capacidade de estocagem);
- Torre de Queima #1 de COG – 40.000 Nm³ (capacidade de queima);
- Gasômetro de COG (Gás de Coqueria) – 40.000 Nm³ (capacidade de estocagem);
- Compressores booster de COG – 55.000 Nm³ (capacidade de queima);
- Tubos e Gasômetro de LDG (Gás de Aciaria) - 80.000 Nm³ (capacidade de estocagem);
- Torre de Queima e boosters de MG;

- Estação de Mistura de MG – 100.000 Nm³ (capacidade de mistura) ;
- Tanques de estocagem de Alcatrão e sistema de distribuição;
- Estação de Distribuição de Gás Natural – 3.500 m³ Fluxo Normal.

Na Figura 3 temos uma imagem dos três gasômetros da área de Combustíveis.



Figura 3. Gasômetros de BFG, COG e LDG

Na Figura 4 temos o desenho da rede de vapor que atende à usina.

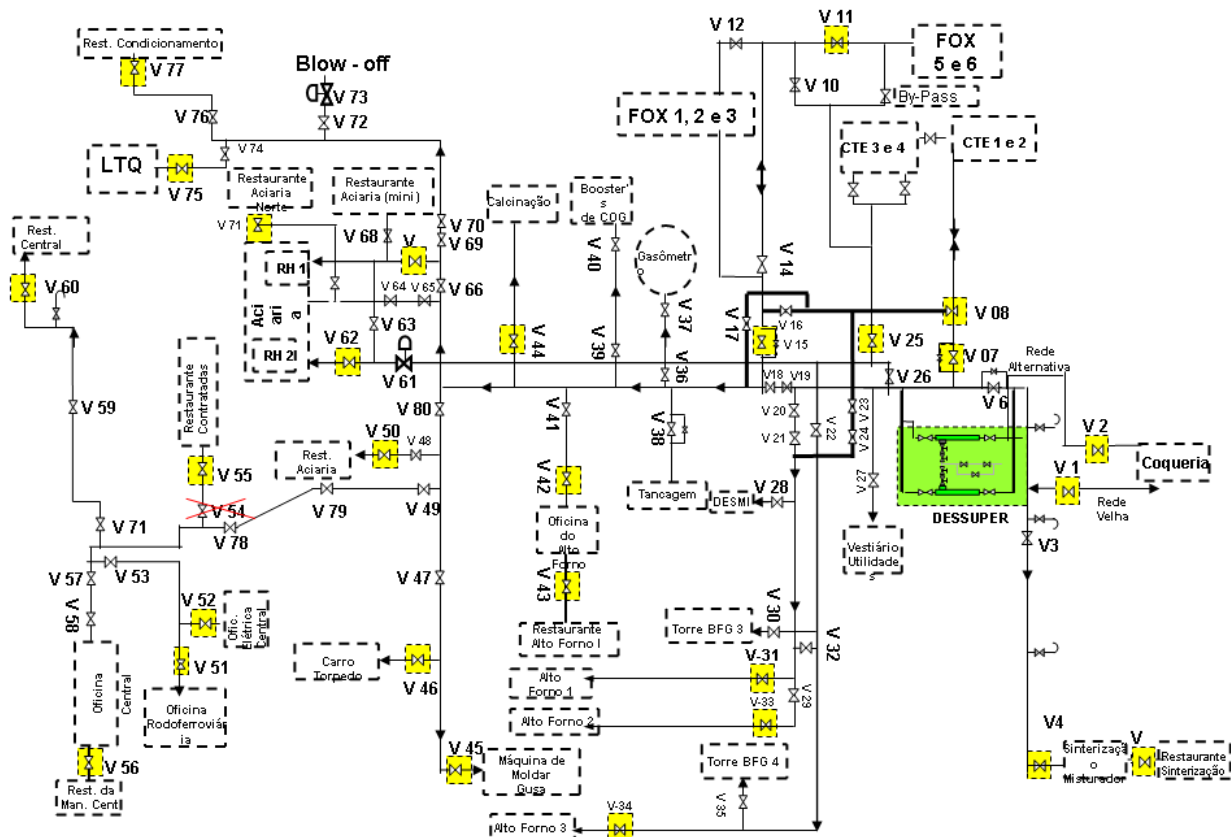


Figura 4. Rede de vapor da ArcelorMittal Tubarão.

Os equipamentos que fazem parte da rede de vapor estão listados abaixo:

- Dois Dessuperaquecedores de vapor com a capacidade de 60Ton/ h cada com a finalidade de manter o controle da temperatura do Vapor de Processo entre 200 e 250 °C,
- Válvula de controle de pressão (Blow-off) com a finalidade de absorver as variações de consumo do RH aliviando o vapor não consumido pelo mesmo nos intervalos de corrida;
- Purgadores termodinâmicos com a finalidade de drenar o condensado de vapor;
- Liras (lup's) com a finalidade de absorver as dilatações e contrações da rede de vapor de acordo com a variação de temperatura;
- Vent's para despressurização da rede de vapor;
- Isolamento Térmico;
- Válvula redutora de pressão para controle/redução da pressão em diversas áreas consumidoras.

3.2 Manobras e Manutenções na Rede de Vapor

Devido à alta temperatura é comum ocorrer vazamentos de vapor na rede de distribuição (Figura 5) e conseqüentemente a necessidade de reparos sendo que, para isolar as áreas operacionais são realizadas manobras para bloqueio da rede em manutenção (Figura 6).



Figura 5. Vazamento de vapor.



Figura 6. Manobras na rede de vapor.

Durante o processo de manobras de bloqueio e principalmente no desbloqueio da rede de vapor a operação se depara com o risco de rompimento de alguma válvula e, este vapor por sua vez, em contato com a atmosfera pode ser projetado no corpo do operador criando a possibilidade do acidente. A pressão e a temperatura interna do vapor distribuído são de 16,00 Kgf/cm² e 220°C, respectivamente.

Em 2012 foram executadas 71 atividades relacionadas ao sistema de vapor da área de utilidades. Alguns exemplos estão destacados abaixo:

27/01/2012 - 08:00 - Sanar vazamento de vapor na solda da válvula de vapor V-26

12/03/2012 - 08:00 - Trocar purgador de vapor no ST-54 e rede vapor para aciaria

23/03/2012 - 10:00 - Confeccionar (impedir V-04 ST-33B) e trocar trecho da rede de vapor no ST-36B - rede vapor próx. para sinterização

23/08/2012 08:00 Sanar (parada de vapor p/ rest. aciaria sul) vazamento na rede de vapor para restaurante da aciaria sul

13/12/2012 08:15 Trocar válvula de vapor v-10 e by-pass da v-10 rede de vapor para fox 5 e 6

4 SEGURANÇA NAS ATIVIDADES COM VAPOR

4.1 Acidentes com Vapor

Essa energia que é muito útil para as empresas também pode ser muito perigosa se não forem tomadas medidas de segurança. Abaixo estão algumas notícias de acidentes relacionados ao uso do vapor no Brasil e no mundo:

Operário morre em acidente no Pólo Petroquímico de Camaçari⁽¹⁾

Redação CORREIO 27.12.2010

Um operário morreu dentro do Pólo Petroquímico de Camaçari, na Região Metropolitana de Salvador, por volta das 16h desta segunda-feira (27). Ele trabalhava na linha de vapor de alta pressão da Unidade de Insumos Básicos da Braskem, quando ocorreu um rompimento na estrutura.

Segundo Orlando Lopes, diretor do Sindicato da Construção Civil, Montagem e Manutenção de Camaçari (Sindiccc), uma testemunha informou que a vítima, identificada apenas como Amarildo, ficou presa no equipamento e recebeu o vapor sob uma temperatura de 500°C. Ele morreu na hora. Outros dois operários também ficaram feridos.

O corpo do operário foi removido pela empresa, e os dois feridos foram socorridos ao pronto socorro do Pólo Petroquímico. A assessoria de comunicação da Braskem não tem informações sobre o acidente.

Acidente com vapor faz mais uma vítima na Reduc⁽²⁾

08.11.2012 - Sindipetro Caxias

No último dia 29 de outubro, um trabalhador da empresa Estrutural se acidentou na Reduc quando planejava a tarefa recebida de troca de trecho de uma linha de vapor que estava furada. Ao se aproximar do local, o solo cedeu e sua perna entrou em um poço de condensado. O vazamento de vapor tinha preparado uma armadilha, pois a pressão esculpiu um buraco sob o solo com um pequeno reservatório de condensado muito quente. O solo não resistiu ao peso do trabalhador, que acabou com uma das pernas presa no buraco, sofrendo queimaduras de primeiro e segundo graus.

Acidente-França: Vazamento de vapor deixa 2 feridos em usina nuclear na França⁽³⁾

05.09.2012

SÃO PAULO, SP, 5 de setembro (Folhapress) - Um vazamento de vapor na central nuclear de Fessenheim (nordeste da França) deixou dois funcionários da usina feridos, hoje.

Segundo a empresa EDF, que administra a planta, os operários sofreram queimaduras leves.

Um porta-voz afirmou que o vazamento ocorreu após um escape de vapor de água oxigenada, usada para resfriar um reator, quando entrou em reação com a água.

A EDF garante que os funcionários estavam usando luvas no momento da operação, mas que não escaparam dos ferimentos. A companhia descarta o vazamento de material radioativo e disse que a produção não parou no momento do acidente.

Bombeiros do departamento de Alto Reno, onde fica a central nuclear, fizeram o combate ao derramamento, com 50 agentes.

O vapor pode causar muito acidentes graves, como queimaduras de 1º, 2º e 3º graus, tanto externas ao corpo como internas, podendo vir a causar sequelas graves ao acidentado, em último caso até a morte.

4.2 Equipamentos de Proteção

Os equipamentos usados antes da implementação da nova proteção contra projeção de vapor estão listados abaixo (Figura 7):

Capacete
Óculos de Segurança
Rádio UHF
Luvas de Raspa
Protetor Auricular
Chave de Válvula



Figura 7. EPI's.

4.3 Pesquisa, Validação e Implementação de Novo EPI para Vapor

No dia 04/03/2011 na ArcelorMittal Weirton – EUA, ocorreu um grave acidente com vapor onde quatro funcionários se feriram, sendo que dois foram acidentes com perda de tempo (CPT) e dois foram atendimentos em primeiros socorros. Com o programa de divulgação de acidentes existente na empresa, tivemos conhecimento desse acidente e isso suscitou na equipe a necessidade de pesquisar um equipamento de proteção individual que pudesse proteger ou minimizar os

funcionários em caso de ocorrências com vapor na usina. Os detalhes do acidente estão descritos abaixo, e também na Figura 8:

- **Atividade:** Operação de válvula gaveta de 20 polegadas para isolamento de trecho de rede de vapor para reparo.
- **Ocorrência:** O vapor induziu “Golpe de Aríete” na rede de vapor e causou rompimento de um flange provocando vazamento de água quente e vapor.
- **Anormalidades encontradas:**
 - Falta de isolamento térmico, purgadores defeituosos, tamanho inapropriado ou falta de drenos;
 - Isolamento para realização da atividade inadequado; e
 - Oportunidade para melhoria no treinamento dos funcionários da unidade que trabalham com vapor.

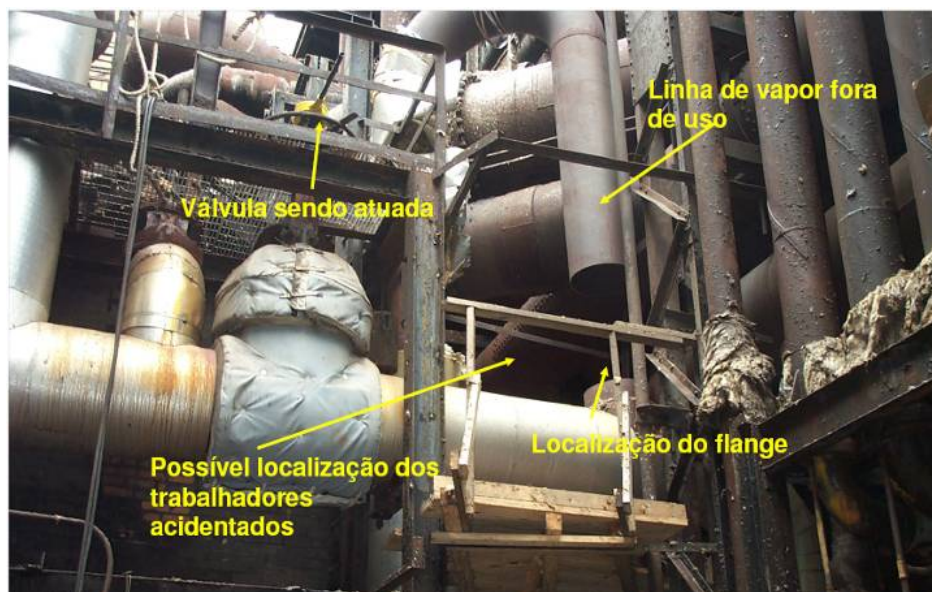


Figura 8. Acidente com vapor em Weirton.

Dessa forma, a Área de Energia em conjunto com a Área de Segurança do Trabalho desenvolveram um novo modelo de EPI para atividades em redes de vapor. Este EPI, trata-se do Blusão Protex 240 Na, que é utilizado em conjunto a outros EPI's (manga de segurança Kevlar e viseira para capacete de segurança). Nas Figuras 9 e 10 podemos verificar os modelos dos EPI's.



Figura 9. EPI Rede de Vapor – Manga de Segurança.



Figura 10. EPI Rede de Vapor – Blusão.

Especificação do material para as atividades no sistema de vapor da Utilidades:
Blusão de proteção confeccionado em tecido Protex 240Na (Dtex), gramatura 220 g/m² na cor verde. Composição: 100% Algodão retardante as chamas com cobertura em Poliuretano FR

Modelo electricista com costuras seladas internamente para evitar a passagem de umidade, fechamento frontal em velcro tratado retardante as chamas, gola tipo padre com ajuste em velcro e punhos externos em malha de aramida.

Etiqueta interna contendo o nome do fabricante do EPI, número do lote, nome do tecido e código do produto.

Número do certificado de aprovação, mês e ano de produção e canal de comunicação com o fabricante.

O conjunto de EPI pode ser utilizado em duas situações:

- Rede principal de vapor:

Sempre que for necessário a realização de manobras na rede principal de vapor onde a mesma tiver o diâmetro maior que 1 polegada o operador utilizará o conjunto completo. (Blusão, luvas longas e viseira no capacete)

- Purgadores e vapor de traço:

Para realização destas atividades, onde a rede tem o diâmetro de até 1 polegada, o operador utilizará luvas longas e viseira no capacete.

Para realização de manobras operacionais são verificadas algumas pré-condições, onde o foco principal é a execução da atividade com segurança. Para a execução são utilizados padrões operacionais e, especificamente na Área de Energia utiliza-se o padrão PO-UTL-COMB-PM-0597, onde se orienta a forma correta de atividades de depressurização e pressurização de rede de vapor, dentre outros padrões.

No caso de alguma atividade realizada não ser contemplada por algum padrão, para ela é criada uma sequência de manobra onde posteriormente é adicionada ao padrão.

Para implantação deste EPI foram necessárias as revisões em diversos outros padrões que regulamentam as atividades com vapor na Utilidades:

- PO-UTL-COMB-PM-0597: Manobras nas redes de distribuição de vapor da usina;
- PO-UTL-COMB-PM-0594: Operação dos dessuperaquecedores de vapor 01 e 02;
- PO-UTL-COMB-CA-0001: Procedimentos no caso de ocorrência ambiental na área de distribuição de combustíveis e vapor de processo;
- PO-UTL-COMB-CT-0015: Restabelecimento do sistema de vapor na ocorrência de rompimento da rede principal de distribuição;
- PO-UTL-COMB-PT-0585: Controle das variáveis do sistema de distribuição de combustíveis e vapor de processo.

O planejamento para pesquisa, desenvolvimento e implementação desse EPI está descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Planejamento para implementação do EPI

PREVISTO	REALIZADO	CRONOLOGIA DOS FATOS
20/01/2012	20/01/2012	Iniciado o projeto do EPI de proteção contra projeção de vapor
07/03/2012	11/03/2012	Reunião com a empresa representante de EPI's, Área de Distribuição de energia (ArcelorMittal) e Segurança do trabalho (ArcelorMittal)
12/03/2012	12/03/2012	Teste operacional do novo EPI
14/03/2012	14/03/2012	Início da preparação do material sobre o EPI para divulgação interna (ArcelorMittal)
20/03/2012	30/03/2012	Envio de formulários para teste do EPI à Engenharia de Segurança do Trabalho
23/04/2012	23/04/2012	Conclusão da codificação de EPI pela Engenharia de Segurança do trabalho
02/05/2012	02/05/2012	Emissão da RM (requisição de material) do EPI (piloto) pela Área de Distribuição de Energia
18/06/2012	18/06/2012	Recebimento de material (piloto) no almoxarifado da ArcelorMittal
30/06/2012	30/06/2012	Recebimento do material (piloto) no fabril da Área de Distribuição de Energia
15/07/2012	29/09/2012	Início das revisões dos padrões necessários para o uso correto do EPI
25/07/2012	06/10/2012	Filmagem para treinamento da utilização do EPI
26/07/2012	07/10/2012	Criação de nova ficha de EPI temporário
01/08/2012	08/10/2012	Conclusão do material para apresentação
15/01/2013	01/07/2013	Previsão de chegada do restante dos EPI na ArcelorMittal para uso das equipes

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou reforçar a importância da participação dos funcionários de uma empresa nos aspectos de segurança relacionados à mesma. Estar atento às ocorrências, mesmo externas à companhia, e principalmente, estudar as mesmas de forma que não aconteçam também na empresa são atitudes proativas que evitam o acidente ou minimizam consideravelmente suas conseqüências para o homem, equipamentos e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- 1 Operário morre em acidente no Pólo Petroquímico de Camaçari. Disponível em: <http://www.correio24horas.com.br/noticias/detalhes/detalhes-1/artigo/operario-morre-em-acidente-no-polo-petroquimico-de-camacari>. Acessado dia 23/03/2013
- 2 Acidente com vapor faz mais uma vítima na Reduc. Disponível em: <http://www.fup.org.br/2012/noticias/sindicatos/sindipetro-caixas/2220120-acidente-com-vapor-faz-mais-uma-vitima-na-reduc>. Acessado dia 23/03/2013
- 3 Acidente-França: Vazamento de vapor deixa 2 feridos em usina nuclear na França. Disponível em: <http://www.ovale.com.br/ultimas/acidente-franca-vazamento-de-vapor-deixa-2-feridos-em-usina-nuclear-na-franca-1.309095>. Acessado dia 23/03/2013