

APLICAÇÃO DA NORMA REGULAMENTADORA 13 (NR-13) NA OPERAÇÃO DE INDÚSTRIA SUCROALCOLEIRA: UM ESTUDO DE CASO.

Abdoral Milaré de Carvalho (Uniará) abdoral@conbrepro.org.br
Fábio Ferraz Júnior (Uniará) fabioferrazjr@conbrepro.org.br

Resumo:

A indústria sucroalcooleira para produzir etanol, açúcar e eletricidade, depende de equipamentos de processos regulamentados pela NR13: caldeiras e vasos de pressão- os quais manuseiam elevado grau de energia que, se liberada inadequadamente, apresenta potencial para acidentes catastróficos. A literatura sobre o tema é escassa e o setor sinaliza que a norma tem problemas em sua aplicação. O objetivo deste trabalho é investigar a aplicação da Norma regulamentadora 13 (NR 13) na operação de uma usina sucroalcooleira no estado de São Paulo. O presente trabalho tem cunho qualitativo, exploratório e usa dados primários e secundários. Um levantamento de campo, com coleta de dados através de questionário aplicado aos operadores dos equipamentos foi analisado. Os resultados obtidos neste trabalho indicam a inadequação à norma- com diferentes níveis de riscos. Os riscos identificados podem ser minimizados com planejamento que contemple a efetiva utilização de mudança na prática de inspeção, treinamento de operadores e registro documental adequado.

Palavras chave: Normas Regulamentadoras, Caldeiras, Vasos de Pressão.

APPLICATION OF REGULATORY STANDARD 13 (NR-13) IN A OPERATION PLANT SUGAR INDUSTRY : A CASE STUDY

Abstract

The sugar industry to produce ethanol, sugar and power, depends on process equipment regulated by NR13: boilers and pressure vessels-which handle high degree of energy that, if released inappropriately, presents potential for catastrophic accidents. The literature on the subject is scarce and the signals that the industry standard has problems in its application. The aim of this study is to investigate the application of regulatory Standard 13 (NR 13) in the operation of a sugar mill in the State of São Paulo in Brazil. The present work has a qualitative nature, exploratory and uses primary and secondary data. A field survey, with data collection through questionnaires applied to operators of equipment was analyzed. The results obtained in this work indicate the inadequacy of standard-with different levels of risk. The risks can be minimized with planning that includes the effective use of change in inspection practice, training of operators and appropriate documentary record.

Key-words: Risk Manager, Steam Boiler, Pressure Vessel.

1. Introdução

A indústria sucroalcooleira, em sua área industrial, depende de equipamentos de processo regulamentados pela NR-13: caldeiras e vasos de pressão. Segundo Borba e Lima (2009): “Caldeiras, vasos de pressão e fornos são equipamentos que manuseiam um elevado grau de energia que se liberadas inadequadamente apresentam um potencial para acidentes catastróficos”.

A Norma Regulamentadora 13 (NR 13) regulamenta as instalações, manutenção e inspeções de caldeiras e vasos de pressão no Brasil. De seu texto depreende-se que ela estabelece prazos máximos para inspeção com base numa classificação qualitativa do potencial de falha - considerando as características do fluido e a combinação pressão e volume do equipamento, isto é, a energia armazenada. No entanto, desconsidera o estágio atual e a evolução dos mecanismos de danos no equipamento, pois seu prazo permanece inalterado ao longo do tempo. Além disso, não define como realizar a inspeção, tampouco como avaliar os mecanismos de falha – relata Esteves et al (2012). A inspeção de Caldeiras e Vasos de Pressão é regulamentada por normas técnicas. No Brasil, o órgão responsável pelas normas é a **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**. Fundada em 1940, é responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro, conforme ABNT (2014).

A literatura sobre a NR 13 é escassa e existem estudos propondo alterações; porém, a aplicação efetiva da norma é pouco conhecida. Em outubro de 2012, através de uma rede social, participantes de um grupo de discussões do setor sucroalcooleiro responderam a seguinte indagação: em sua opinião, quantas usinas possuem todos os vasos de pressão em conformidade com NR 13? A resposta *pequena parte e/ou metade das usinas* obteve 77 % das opiniões, conforme Jornal da Cana (2012). Desta enquete depreende-se a preocupação do setor e a indicação que a norma tem problemas em sua aplicação. Tal preocupação estende-se a nível nacional já que o setor ocupa parcela importante da matriz energética brasileira.

Este trabalho busca investigar cientificamente a aplicação da NR 13 na operação de uma planta industrial sucroalcooleira.

O presente estudo de caso tem cunho qualitativo, exploratório e usa dados primários (levantamento de campo) e dados secundários (legislação, pesquisa bibliográfica, e inspeções). A metodologia empregada no desenvolvimento do presente trabalho consta de Pesquisa bibliográfica, destinada à contextualização dos temas de estudo, em particular da NR-13, da utilização de equipamentos de processo na indústria sucroalcooleira e de Levantamento de campo, através de instrumento de coleta de dados – Anexo 1.

2. Norma Regulamentadoras.

As Normas Regulamentadoras contêm a legislação brasileira relativa à saúde e segurança no trabalho; foram expedidas pelo Ministério do Trabalho, através da Portaria GM nº 3.214, de 08 de Junho de 1.978 - BRASIL (1978).

Desde sua publicação, outras portarias modificaram e acrescentaram normas regulamentadoras de proteção ao trabalhador, conhecidas por suas iniciais: NR. As NR's publicadas inicialmente em 1.978 são as de números 1 a 28. Em 2014, existem 36 NR's vigentes. A Norma Regulamentadora nº 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão trata das instalações, operação, manutenção e inspeção de caldeiras, vasos de pressão e tubulações.

2.1 Histórico de Segurança em Operação de Caldeiras e Vasos de Pressão.

As máquinas a vapor utilizam o fato da água, ao ser convertida em vapor, expandir-se cerca de 1.600 vezes seu volume original. No século XVII, o estudioso francês Denis Papin, usou este princípio físico para bombear água num equipamento rudimentar. Em 1712, Thomas Newcomen e John Calley aperfeiçoaram a patente de Savery de 1698. Um construtor de instrumentos, o escocês James Watt, implementou melhorias na máquina de Newcomen, as quais reduziram o consumo de combustível em cerca de 75%. O equipamento de Watt corresponde, aproximadamente, a moderna máquina a vapor, conforme SENAI (2011).

No início do século XX, acidentes com caldeiras eram considerados inevitáveis, castigos ou atos de Deus. Em Março de 1905, um acidente ocorreu na fábrica de calçados Grove da cidade de Brocton, estado de Massachusetts (EUA). Este evento causou 58 mortes, feriu 117 pessoas e evidenciou o desejo e a necessidade de regulamentação na construção de caldeiras.

Em 1907- após amplo debate decorrente dos acidentes foi publicado o Massachusetts Board, primeiro código de regras para construção de caldeira e foi seguido em 1908, pelo estado de Ohio, com pequenas alterações, afirma Bryce E. Carson (2002).

No Brasil, a preocupação com o tema está desde 1943 na CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), porém de forma incipiente. Somente em 1.978, com as demais NR's, foi criada a Norma Regulamentadora 13 (Caldeiras e Vasos de Pressão), que estabelecia parâmetros e responsabilidades. Esta Norma sofreu revisão em 1.984 e continuou com sérias aplicações práticas, conforme SENAI (1999). Em 2013, entrou no processo de consulta pública, na qual o MTE disponibiliza o texto de consulta para apreciação das entidades pertinentes ao tema em questão. Este processo de consulta pública finalizou na redação dada pela Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014, a qual *“estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores.”*

Após a revisão de 2014, a Norma Regulamentadora 13 (NR 13) adquiriu o sumário abaixo.

- 13.1. Introdução
- 13.2. Abrangência
- 13.3. Disposições Gerais
- 13.4. Caldeiras
- 13.5. Vasos de Pressão
- 13.6. Tubulações
- 13.7. Glossário

Anexo I - Capacitação de Pessoal.

Anexo II - Requisitos para Certificação de Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos.

Compõe-se de 7 artigos, sendo 1 destinado especificamente a caldeira (13.4) e outro artigo alinhado a vasos de pressão (13.5). O anexo I compõe a estrutura curricular dos cursos de treinamento para caldeira e para vaso de pressão e o anexo II trata dos requisitos de certificação de serviço próprio de inspeção.

3. Riscos de Acidentes na operação de caldeiras e vasos de pressão na usina sucroalcooleira.

A matéria-prima para fabricação de etanol, açúcar e geração de eletricidade é a cana-de-

açúcar. De forma sucinta, após a separação do caldo e bagaço, percebe-se que a fase sólida (bagaço) poderá ser usada como combustível na caldeira - para geração de eletricidade - e a fase líquida (caldo) será processada em vários equipamentos até quase o produto final: açúcar ou etanol. Este processamento do caldo dá-se através de tubulações e equipamentos, obrigatoriamente, devido a sua fase líquida. A quantidade de energia armazenada em cada equipamento é proporcional a sua classificação.

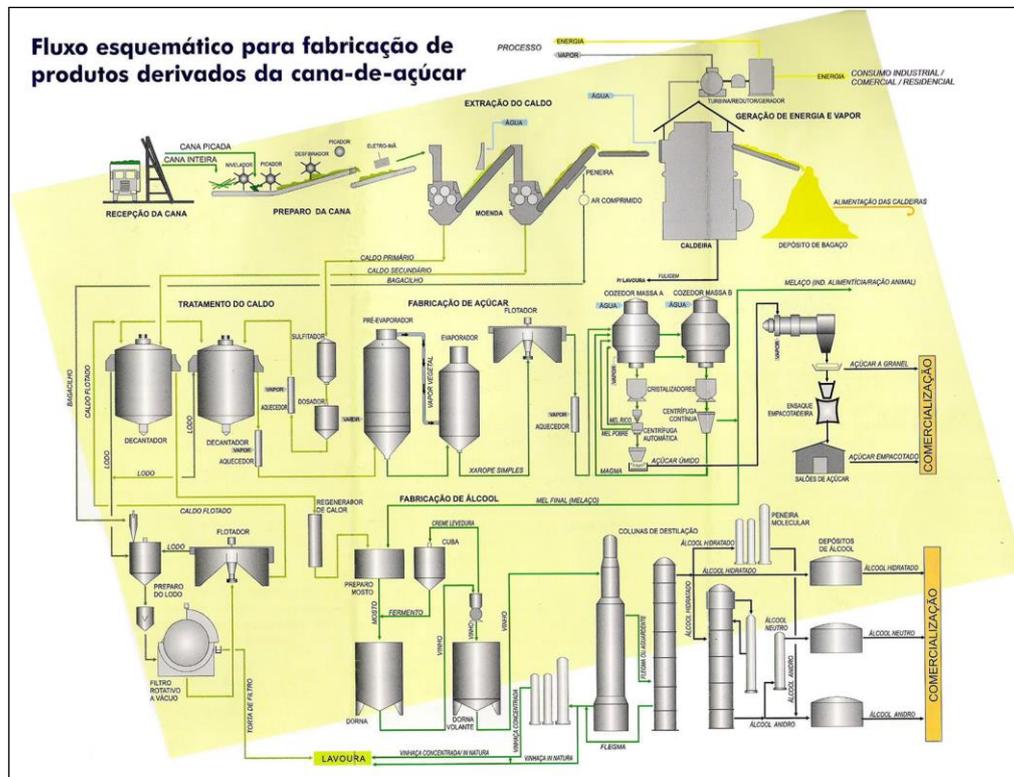


Figura 1 – Fonte: http://www.ctdr.ufpb.br/portal/images/fotos/dts/fluxograma_industrial_zoom.jpg

Os acidentes em armazenamento de combustíveis descritos por Duarte (2002) em seu estudo para a Petrobras Distribuidora - e sintetizado em livro - caracteriza os acidentes mais comuns em instalações de transferência e estocagem de inflamáveis através de gráficos e ilustrações, que permitem a visualização do fenômeno e subsidiam estudos para estimativa das consequências. Dentre os cenários de acidentes discutidos numa planta petrolífera destacam-se, pela analogia com a planta sucroalcooleira, o *incêndio em poça*, a *explosão e incêndio em tanque* e o *BLEVE*.

3.1) Incêndio em Poça (Pool Fire):

Conceitua-se como sendo típico de vazamentos de líquidos combustíveis e inflamáveis. Inicia-se com vazamento para o ambiente e formação de poça- sobre a qual forma-se a fase vapor; este vapor, ao misturar-se ao ar atmosférico, cria as condições para a ignição- com conseqüente explosão. Dois grupos de fatores característicos influenciam a evolução do acidente : as do produto e do ambiente. O produto varia conforme temperatura, viscosidade e pressão de vapor. O Ambiente com a topografia do terreno, dispersão atmosférica, temperatura e características do piso e bacia de contenção.

3.2) Explosão e Incêndio em tanque de armazenamento.

A explosão, em um tanque de teto fixo com produtos líquidos inflamáveis e combustíveis, ocorre na fase vapor, que preenche o espaço livre acima do nível de produto, destaca Duarte (2002); e as causas mais comuns são:

- a) Descarga elétrica atmosférica
- b) Eletricidade estática
- c) Falhas de equipamentos elétricos
- d) Serviços de manutenção
- e) Modificações de características sem projeto
- f) Erros de operação
- g) Efeitos de acidentes próximos

Neste tipo de acidente, ressalta Duarte (2002) pode ocorrer ebulição e transbordamento, agravantes dentro do cenário de incêndio.

3.3) Explosão de Vapor de Líquido em Ebulição (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion- BLEVE).

Associa-se, conforme Duarte (2002), este tipo de acidente, a gases liquefeitos comprimidos ou líquidos inflamáveis leves, sob certas condições de armazenamento:

“...Nesta condição, os aumentos de temperatura correspondem a aumentos da fase-vapor e da pressão. Dentro de limites, as alternativas operacionais e os dispositivos de segurança garantem a integridade do sistema, absorvendo as variações. Nos casos em que o aporte de energia é grande o suficiente para sustentar uma elevação de temperatura, os sistemas de segurança são ultrapassados, o que provoca a elevação da pressão, até os limites de ruptura do equipamento.”

3.4) Efeitos

Três efeitos dominantes são associados a um acidente do tipo BLEVE:

1. Onda de choque, representada por um pulso que se desloca radialmente
2. Liberação de energia térmica, em fluxos elevados
3. Projeção de fragmentos.

Na avaliação das consequências, o autor destaca os efeitos por incêndio e explosão em poça de GLP (gás liquefeito de petróleo), conforme tabela abaixo.

Incêndio	
Fluxo de Radiação Térmica	Efeito Esperado
4 kw/m ²	Suportável, com casa de aproximação ou resfriamento por neblina
5 kw/m ²	Queimadura em pessoas expostas

	por 1 minuto
8 kw/m ²	1 % de fatalidades, para pessoas expostas por 1 minuto
23 kw/m ²	90 % de fatalidades para pessoas expostas por 1 minuto
Explosões	
Pulso de Pressão	Efeito Esperado
0,03 bar	100% de vidros quebrados
0,17 bar	50% de destruição de edifícios de alvenaria
0,48 bar	100% de destruição de edifícios de alvenaria
0,70 bar	100% de destruição de máquinas pesadas
2,0 bar	99% de fatalidade, por hemorragia pulmonar

Tabela 1-Referências para avaliação de efeitos – fonte Duarte (2001) pag. 79

Conforme a distancia, a pessoas fica exposta ao fluxo térmico e ao pulso de pressão, com as respectivas consequências listadas na coluna *efeito esperado*; assim, 90% das pessoas expostas a um fluxo térmico de 23 kw/m², durante um minuto, irão morrer – do mesmo modo as 99 pessoas, de cada 100, expostas a uma onda de choque de 2,0 bar também não sobrevivem .

4) Coleta e análise de dados

A tabela 4.1 lista os setores da planta industrial, conforme denominado administrativamente e seus respectivos equipamentos. Observa-se a existência de apenas uma caldeira no setor denominado Caldeira; os demais equipamentos do setor são vasos de pressão auxiliares ao funcionamento deste gerador de vapor. Setores auxiliares, como oficina mecânica e laboratório de microbiologia, foram incluídos no estudo, pois são também sujeitos à norma.

Setor	Vasos de Pressão	Caldeiras	Total
Tratamento de Caldo	28	0	28
Fabrica de Açúcar	11	0	11
Fermentação	5	0	5
ETA	3	0	2
Difusor	12	0	12
Caldeira	6	1	7
Casa do Gerador	4	0	4
Laboratório de microbiologia	1	0	1
Filtro de Lodo	2	0	2
Destilaria	16	0	16
Oficina Mecânica	4	0	4
Total	91	1	92

Tabela 4.1 Distribuição de equipamentos por setor

Em relação ao questionário apresentado e as entrevistas realizadas com os 27 operadores, depreendeu-se:

1- Você fez o Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo antes do iniciar os trabalhos com este equipamento?

Os operadores contratados após a colocação em marcha dos equipamentos não receberam o treinamento de segurança obrigatório antes do início das atividades laborais, em desacordo à NR13. Todos relataram que fizeram o curso após o início de seus trabalhos no setor; a contradição à NR 13 encontra-se nos setores que operam vasos e pressão de Categoria I e II- preparo do caldo e destilaria- os quais requerem operadores com curso e estágio.

2- Fez o estágio prático após o treinamento? Por quanto tempo?

Os operadores iniciantes recebem, informalmente, designações de tarefas básicas, consideradas menos perigosas pelos operadores mais experientes. Do questionário depreende-se que o operador iniciante recebe a orientação de observar as tarefas e após algumas semanas realiza-las sob supervisão. Somente após determinado tempo, variável de 3 a 6 meses para cada combinação de operador e supervisor de turno, aquele recebe a autorização informal para operar equipamentos sem supervisão direta. Assim, apesar de não existir formalmente, a supervisão de estágio configura-se na prática.

3- Frequentemente você recebe informações das condições físicas e operacionais do equipamento?

Todos relataram receber informações na troca de turno sobre as condições de segurança do equipamento, com os principais itens anotados manualmente num diário. Confrontados sobre os parâmetros operacionais (vazão, pressão, temperatura, nível,) em cada turno relataram seguir parâmetros operacionais idênticos, independentes do turno. As condições operacionais, segundo os operadores vão se deteriorando com o prosseguimento da safra e, na entressafra, os equipamentos recebem manutenção e inspeções como testes hidrostáticos. Indagados dos procedimentos adotados para os testes e inspeções da entressafra, confirmaram a realização de testes hidrostáticos sem supervisão de Profissional Habilitado e com valores de pressão acima dos preconizados. Existe uma aparente confusão entre teste de estanqueidade e teste hidrostático; sendo ambos empregados sem maiores cuidados ou supervisão. Estes ensaios são realizados pelos próprios supervisores e operadores, sem supervisão de PH e com valores normalmente acima do indicado, comumente no período da entressafra – o qual é caracterizado pelo extenso rol de manutenções e tempo escasso.

4- Você recebeu ou recebe informações de segurança para a realização das atividades com este equipamento?

Sim, sem exceção; todos os setores da planta realizam DDS (diálogo diário de segurança) - evento realizado no início do turno pelo supervisor onde, em torno de cinco minutos, um tema de segurança previamente escolhido é debatido pelo grupo de operadores.

5- Quais são os principais dispositivos de segurança que o equipamento possui e para que servem ?

Todos foram unânimes em apontar as válvulas de segurança e o manômetro. A automação com o recurso de desligamento (“trip”) sob parâmetros críticos não fora citada por nenhum operador. A resposta a este item corresponde identicamente ao descrito no material impresso (apostila do curso teórico de capacitação; o qual não descreve os sistemas supervisórios implementados no setor sucroalcooleiro em equipamentos do processo. Assim, depreende-se que a resposta ao item é incompleta.

6- Quais equipamentos de proteção individual (EPIs) você utiliza para trabalhar com este equipamento?

Foram listados: capacete com jugular, óculos de segurança, protetor auricular, luvas, uniformes com faixa reflexiva, calçado de segurança. Confrontado com o exigido pela SEESMT, a listagem foi compatível em 100 % dos itens.

7- Você conhece os riscos que esta atividade oferece? Relate – os

Relataram queimaduras, incêndio, explosão, quedas, torções, intoxicação com produtos químicos, cortes, asfixia.

Após aplicação do questionário e entrevista, depreendeu-se:

a) Todos os operadores possuem escolaridade mínima de 1º grau e em todos os turnos de trabalho há operadores com o curso de Operador de Unidades do Processo; porém, nem todos os operadores receberam esta capacitação logo após a admissão e sim durante os primeiros meses de trabalho- contradizendo a Norma.

b) O estágio pratico obrigatório não estava documentado ou registrado de nenhuma forma. Todavia, existe um procedimento na pratica laboral diária com os recém admitidos recebendo supervisão direta dos mais experientes e só obtendo autorização de operação de equipamentos após comprovação, pela chefia imediata, de sua proficiência.

c) Os operadores afirmam que as placas de identificação dos equipamentos foram retiradas durante período de manutenção (devido a pintura) e não foram repostas ou foram pintadas e não estão visíveis.

d) Dos operadores questionados, todos afirmaram serem importantes a válvula de segurança e o manômetro para operação segura do equipamento. Em consideração aos riscos que a atividade oferece foram relatados superficialmente como riscos químicos, físicos, ergonômicos, biológicos. Todos afirmaram receber orientações operacionais e de segurança, com a utilização constante de todos os EPI indicados ao setor.

e) Os prontuários, projetos de instalação e manuais não estavam disponíveis para os operadores do setor. Supervisores afirmaram que os prontuários existiam, mas ficavam arquivados no setor administrativo.

CONCLUSÃO

a) mudanças na prática das inspeções, sendo a principal a supervisão de um profissional habilitado para evitar usos inadequados de sobre pressão em testes.

b) reconstituições e disponibilizações de documentos e plaquetas, sob responsabilidade técnica de profissional habilitado.

A implementação de medidas acima listadas coloca a planta sob conformidade à legislação, diminui a probabilidade e as gravidades de um acidente com os equipamentos regidos pela NR 13, e com custos inferiores ao percebidos quando de paralisação por desrespeito a diretrizes oficiais de segurança.

Limitações da pesquisa.

Conquanto este trabalho tenha obtido importantes contribuições e tenha cumprido os objetivos propostos, é importante salientar as limitações desta que podem influenciar a sua possibilidade de utilização como referencia para generalização. A pesquisa abordou uma única usina sucroalcooleira, e não é possível inferir que as demais plantas sucroalcooleiras, respondam similarmente a esta unidade de estudo. Sem a necessária ampliação do universo amostral não se pode generalizar que as usinas sucroalcooleiras não atendem a NR 13.

Sugestão de trabalhos futuros.

O presente trabalho teve enfoque exploratório e qualitativo, e possibilitou o conhecimento de aplicação da Norma a uma unidade sucroalcooleira; entretanto a possibilidade de generalização deve estar embasada num estudo quantitativo.

REFERÊNCIAS

AGRA, G. Evolução da Segurança do Trabalho e da Saúde Ocupacional. Disponível em <http://www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/evolucao_da%20seguranca_do_trabalho.pdf> Acessado em 20/05/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/m3.asp?cod_pagina=929>. Acessado em 12-09-2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 31010:2012. Gestão de Riscos-Técnicas para o processo de avaliação de riscos. 2012

BORBA e Lima. AS NORMAS REGULAMENTADORAS E A GESTÃO DO INTERTRAVAMENTO DE CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO E FORNOS NO BRASIL. Dex Engenharia E Consultoria Ltda. Disponível em: <www.abiquim.org.br/congresso/cong_cd/fullpapers/P171733.doc>. Acessado em 3-07-2012.

DUARTE, Moacyr. Riscos Industriais: Etapas para a investigação e a prevenção de acidentes; Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.

ESTEVES. PROPOSTA DE INCLUSÃO DA TÉCNICA INSPEÇÃO BASEADA EM RISCO NA NORMA REGULAMENTADORA NR 13. IV ENPI - Encontro de Profissionais de Inspeção, Integridade, Corrosão e Deterioração de Equipamentos, Instalações e Obras. 01 de Junho de 2012. Disponível em <www.eeemba.br/enpi-2012/nr13-plestra>. Acessado em 6-07-2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 13 (NR 13). Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808147596147014764A4E1D14497/NR-13%20\(Atualizada%202014\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808147596147014764A4E1D14497/NR-13%20(Atualizada%202014).pdf)>. Acessado em 20-05-2014.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Treinamento de Segurança na Operação de Unidades do Processo; Manual do Instrutor. Apostila, 1999.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional- Curso básico de segurança e serviços em eletricidade: riscos elétricos. Brasília, 2007.

Apêndice I- Questionário Aplicado a Operadores

Setor: _____

Cargo/Função: _____

Exerce a função desde: _____

Equipamento: _____

Questionário:

- 1- Você fez o Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo antes do iniciar os trabalhos com este equipamento?
- 2- Fez o estágio prático após o treinamento? Por quanto tempo?
- 3- Frequentemente você recebe informações das condições físicas e operacionais do equipamento?
- 4- Você recebeu ou recebe informações de segurança para a realização das atividades com este equipamento?
- 5- Quais são os principais dispositivos de segurança que o equipamento possui e para que servem?
- 6- Quais EPIs você utiliza para trabalhar com este equipamento?
- 7- Você conhece os riscos que esta atividade oferece? Relate – os.