



## HIGIENE OCUPACIONAL EM ÁREA DE CALDEIRAS

**Ricardo Luís Alves da Silva (IFPE)**- ricardoalves@recife.ifpe.edu.br

**Karla Suzana Tiburcio dos Santos Silva (IFPE)** -karlasuz.2008@hotmail.com

### Resumo:

O presente trabalho objetiva apresentar um estudo de identificação de riscos de acidentes e doenças do trabalho em área de caldeiras, utilizando os princípios básicos e técnicas da higiene ocupacional e segurança do trabalho posteriormente propor medidas de prevenção, controle ou até mesmo eliminação dos riscos identificados, tendo sempre como base a NR 15 e as NHOs da Fundacentro. Levando-se em conta que em uma área de caldeiras existem riscos de origens diversas, como explosões, incêndios, queimaduras por contatos com superfícies aquecidas, perda auditiva por exposição a níveis de ruído acima dos limites toleráveis, desenvolvimentos de doenças por exposição ao calor extremo gerado na operação, entre outros, é incontestável a importância da segurança do trabalho e higiene ocupacional em área de caldeiras, pois a melhoria da segurança do operário é indiscutivelmente necessária. Com a implantação de uma boa política de segurança e saúde ocupacional, ganha a empresa, o trabalhador e o meio ambiente.

### Palavras Chave:

higiene ocupacional; operador de caldeiras; riscos

### 1.Introdução

De acordo com a NR-13 (2014), *“Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, excetuando-se refeedores e similares.”* As caldeiras têm tido sua aplicação ampliada no meio industrial e também na geração de energia elétrica nas chamadas centrais termelétricas. Portanto, as atividades que necessitam de vapor para o seu funcionamento, em particular, vapor de





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

água pela sua abundância, têm como componente essencial para sua geração, a caldeira. Esses geradores de vapor fazem parte, geralmente, da chamada área de utilidades dos setores produtivos das organizações e têm se tornado gradativamente indispensáveis a esses domínios de atividades.

Esse equipamento, por operar com pressões acima da pressão atmosférica, sendo na grande parte das aplicações industriais até quase 20 vezes maior e nas aplicações para a produção de energia elétrica de 60 a 100 vezes maior, podendo alcançar valores de até 250 vezes mais, constitui um risco eminente na sua operação. Além de oferecerem riscos ocupacionais variados, entre eles temos os ruídos contínuos e intermitentes e as temperaturas extremas causadas pelo funcionamento da mesma, e a exposição a gases tóxicos provenientes da combustão, existentes nos ambientes de trabalho que em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

Inerentes ao ruído que age diretamente no sistema nervoso podemos citar como consequências à sua exposição: Fadiga nervosa; Alterações mentais: perda de memória, irritabilidade, dificuldade em coordenar ideias; Hipertensão; Modificação do ritmo cardíaco; Modificação do calibre dos vasos sanguíneos; Modificação do ritmo respiratório; Perturbações gastrointestinais; Diminuição da visão noturna; Dificuldade na percepção de cores. Além destas consequências, o ruído atinge também o aparelho auditivo causando a perda temporária ou definitiva da audição.

E inerentes à altas temperaturas temos como consequências: Desidratação; Ativação das glândulas sudoríparas; Câimbras; Fadiga física; Choques térmicos e Problemas cardiocirculatórios

A NR-13 que trata sobre vasos sob pressão e caldeiras, estabelece parâmetros preventivos para a administração do sistema, sem se aprofundar numa análise de risco ao longo da vida de um gerador de vapor. Os riscos associados à vida da caldeira em função da manutenção e operação da mesma, não está contemplado na NR-13 de forma específica e clara, além de não ser um assunto muito abordado nem de fácil acesso





contrapondo com sua importância e o nível de grau de risco oferecido por elas. Por esses motivos admiti-se como de extrema necessidade este projeto tanto para a sociedade como para o conhecimento científico.

## 2. Fundamentação Teórica

Nos dias de hoje, estes geradores de vapor, graças a todos os aperfeiçoamentos e a intensificação da produção industrial, são amplamente utilizados nos parques industriais para diversos fins como aquecimento, cozimento, esterilização de materiais, geração de energia, entre outros.

Existem diversos tipos de caldeiras, as quais podem ser classificadas segundo diversos critérios. Segundo uma classificação mais genérica, as caldeiras se classificam em Flamotubulares e Aquotubulares.

A Flamotubular também chamada de tubo de fogo ou fogotubular foi o primeiro tipo de caldeira construída. Os gases quentes provenientes da combustão circulam no interior dos tubos em um ou mais passes, ficando a água por fora dos mesmos. Elas não geram vapor superaquecido e sim saturado tendo sua capacidade de geração restrita no máximo à 30 toneladas de vapor por hora e 20Kgf/cm<sup>2</sup> de pressão máxima, sendo seu vapor geralmente utilizado para aquecimento e seu emprego na indústria de grande porte limitado. São caldeiras de simples operação e não contam com muitos instrumentos de monitoração, tendo muitas vezes sua operação negligenciada, fazendo com que este tipo de caldeira lidere as estatísticas de acidentes no mundo.

As Aquotubulares são caldeiras com maior rendimento, menor consumo e rápida produção de vapor em que os tubos de fogo foram trocados por tubos de água, aumentando assim a superfície de aquecimento. Elas produzem até 4.000 toneladas de vapor por hora e trabalham com altas pressões de serviço, chegando a 225 Kgf/cm<sup>2</sup>, sendo de difícil instalação e inspeção.





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

A Norma Regulamentadora (NR) N° 13 estabelecida pela portaria N° 3214 de 1978 do Ministério do Trabalho e Emprego prevê condições mínimas de segurança na operação e funcionamento de caldeiras e vasos de pressão (MANUAL DE LEGISLAÇÃO, 2007).

Segundo o 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 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;
- Categoria B: são todas aquelas não enquadradas nas categorias acima.

A higiene ocupacional em Área de Caldeiras, plano de trabalho desenvolvido, constitui uma das ramificações do Projeto Gestão de Segurança do Trabalho em Área de Caldeiras, trata de reconhecer e estudar os riscos inerentes ao trabalhador operador de caldeiras, estabelecer prioridades e metas de avaliação e implantação de medidas de controle ou eliminação dos mesmos.

A higiene ocupacional é a ciência e a arte devotadas à antecipação (fase de prevenção de riscos), ao reconhecimento (fase de identificação dos riscos), à avaliação (constatação da presença do agente com quantificação, ou seja, medições realizadas e comparação destas com os limites de tolerância) e ao controle dos fatores ambientais e agentes originados no ou do trabalho, os quais podem causar enfermidades, prejuízos à saúde e bem-estar, ou significativo desconforto e ineficiência entre os trabalhadores ou entre os cidadãos da comunidade (ACGIH).

Em relação aos aspectos da higiene ocupacional, visando realizar o estudo de calor, ruído, lança-se mão do uso de técnicas utilizadas na segurança e saúde ocupacional e assim tanto monitorar o entorno, quanto a operação da caldeira, quantificando os níveis e comparando-os aos limites de exposição constantes nas Normas Regulamentadoras (NRs) e nas NHOs da Fundacentro que é a única entidade governamental do Brasil que





atua em pesquisa científica e tecnológica relacionada à segurança e saúde dos trabalhadores, voltada para o estudo e pesquisa das condições dos ambientes de trabalho, com a participação de todos os agentes sociais envolvidos na questão e é designada como centro colaborador da Organização Mundial da Saúde (OMS).

### 3. Metodologia

Em relação aos aspectos da higiene ocupacional, visando realizar um estudo sobre o stress térmico (calor) e o nível de pressão sonora (ruído) ocupacionais, lançou-se mão do uso de técnicas utilizadas na segurança e saúde ocupacional e assim tanto monitorar o entorno, quanto a operação da caldeira, quantificando os níveis e comparando-os aos limites de exposição constantes nas Normas Regulamentadoras (Nrs).

Baseamo-nos na pesquisa sistemática e controlada que em determinados momentos foi feita através de observação do trabalho e entrevistas e em outros exigiu a utilização de instrumentos e equipamentos compatíveis e apropriados para avaliação dos riscos.

A partir de visitas realizadas à uma caldeira que se encontra instalada em uma indústria de bebidas da região metropolitana da cidade do Recife para uma coleta de dados mais concreta e não somente no âmbito institucional, foram realizadas medições inerentes à pressão sonora, utilizando o dosímetro de ruído que foi colocado no trabalhador e que nos oferece informações como o Leq (Nível Equivalente) que representa o nível médio de ruído durante um determinado período de tempo e a Dose que não pode ultrapassar 100%, a qual é obtida através da fórmula:  $C1/T1 + C2/T2 + \dots Cn/Tn$ ; onde  $Cn$  indica o tempo total em que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico e  $Tn$  indica a máxima exposição diária permissível a este nível ( NHO 1, 2001). Tais informações, foram então utilizadas para se estabelecer o tempo limite de exposição tolerado, de acordo com o anexo I da NR 15.

E medições inerentes ao estresse térmico utilizando um medidor de estresse térmico, os quais foram aplicados no cálculo **IBUTG = 0,7tbn + 0,3tg** no qual IBUTG significa: Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo, que utiliza o termômetro de Globo que





avalia a radiação, o termômetro de Bulbo Úmido que avalia a umidade do ar e o termômetro de Bulbo Seco (o mesmo não foi utilizado, levando-se em conta que o trabalho é realizado em ambiente interno sem carga solar) que avalia a temperatura, efetuados no local onde permanece o trabalhador (NHO 6, 2001). Este dado foi então utilizado para se estabelecer o regime de trabalho do operador de caldeiras, de acordo com o anexo III da NR 15.

#### 4. Resultados

Foram executadas duas avaliações e/ou medições do nível de exposição ao ruído mas apenas uma foi validada, pois houve um incidente que alterou muito a dose de uma das duas medições, que acabou fazendo com que esta não condissesse com o real nível de ruído ao qual o trabalhador é exposto.

Os dados recolhidos com o medidor de pressão sonora, também conhecido como dosímetro de ruído, foram:

Dose = 151,57%; Leq = 87,8 dB; Tempo = 8 horas

Também foram realizadas duas avaliações referentes ao estresse térmico, mas também apenas consideramos uma delas, pois esta condizia mais com a realidade referente às condições ambientais, considerando que o referido dia estava ensolarado e que já na primeira medição, a temperatura estava mais amena, por ser um dia nublado.

Inerentes ao estresse térmico os dados recolhidos, em um dia ensolarado às 10:05 horas da manhã foram :

Temperatura de Globo (tg) = 32,8; Temperatura de bulbo úmido natural (tbn) = 26,5;

Temperatura de bulbo seco (tbs) = 31,0





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Duração de trabalho – 07:30 às 17:30 , em pé , andando e movimentando os braços (quadro N° 3, do anexo III, da NR 15).

Estes dados foram então aplicados no cálculo do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) , tomando-se em conta que o trabalho é realizado em ambiente interno sem carga solar :

$$0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} = 18,55 + 9,84 = \mathbf{28,39}$$

## 5. Conclusão

Como resultado a partir destas informações concluímos que em relação ao ruído, estabelecido pela Norma Regulamentadora N.º 15 (NR-15), em 85 dB como limite de tolerância para uma exposição durante 8 horas diárias, o trabalhador poderia ser exposto a esta atividade por no máximo 5 horas diárias (conforme anexo I da NR 15).

Tabela 1- Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

NIVEL DE RUÍDO DB (A)	MAXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR 15, 1978

E de acordo com o anexo III, encontrado na NR 15 (atividades e operações insalubres) o regime de trabalho deste operador de caldeiras deveria ser de 15 minutos de trabalho seguidos de 45 minutos de descanso.

Tabela 2 – Tipo de atividade

Regime de Trabalho Intermitente com Descanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0





Fonte: NR 15, 1978

Além desta medida preventiva observada outras iniciativas devem ser tomadas como: os exames médicos periódicos determinados pelo PCMSO ( programa de controle médico de saúde ocupacional ) existente na empresa e determinado pela NR 07, que irão garantir que o trabalhador esta apto a exercer aquela determinada atividade , ventilação apropriada no ambiente laboral , fornecimento de água potável devidamente refrigerada para reidratação, EPIs (equipamento de proteção individual) que contenham o CA (certificado de aprovação liberado pelo Ministério do Trabalho e Emprego que garante sua eficácia) como o protetor auricular tipo concha ou o protetor auricular de inserção (Plug), assim como cursos de reciclagem e aprimoramento como medida de prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais. Podendo a falta destes ocasionar a curto ,médio ou longo prazo sérios prejuízos à saúde .

### 6. Referências bibliográficas

**BRASIL. Norma Regulamentadora nº 13, de 8 de junho de 1978. Dispõe sobre**

Caldeiras e Vasos de Pressão. Ministério do Trabalho e Emprego.

**BRASIL. Norma Regulamentadora nº 09, de 8 de junho de 1978. Dispõe sobre o**

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Ministério do Trabalho e Emprego.

**TUON, André Luiz.** Os riscos associados à operação de caldeiras. Disponível em

([http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca\\_Detalhe.aspx?codigo=1272](http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=1272) ).

Consultado em 14 de fevereiro de 2014.





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

**BRASIL. Norma Regulamentadora n° 15**, de 8 de junho de 1978. Dispõe sobre Atividades e Operações Insalubres. Ministério do Trabalho e Emprego.

**BRASIL. Norma Regulamentadora n° 7**, de 8 de junho de 1978. Dispõe sobre Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Ministério do Trabalho e Emprego.

**NHO 1. Norma de Higiene Ocupacional n° 1**, de 2001. Dispõe sobre Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. FUNDACENTRO.

**NHO 6. Norma de Higiene Ocupacional n° 6**, de 2001. Dispõe sobre Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. FUNDACENTRO.

