

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

GIOVANA BEUX

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO
DE CALDEIRAS A VAPOR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO

2014

GIOVANA BEUX

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO
DE CALDEIRAS A VAPOR**

Monografia apresentada à Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Andrea Sartori Jabur

PATO BRANCO

2014

TERMO DE APROVAÇÃO
AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DE
CALDEIRAS A VAPOR

por

GIOVANA BEUX

Esta Monografia foi apresentada no curso de Especialização em Engenharia de Segurança do trabalho, em 02 de outubro de 2014, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Especialista em Segurança do Trabalho. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Andrea Sartori Jabur
Prof.^a Orientadora

Prof. Me.
1.º José Miguel Etchalus

Prof. Me.
2.º Silvio Andolfato

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor da vida, por ter me capacitado e acompanhado neste desafio, sendo minha base forte em todos os momentos.

À minha família, especialmente minha mãe, Marisa Arnoldo Beux, e minhas irmãs Simone Beux, Ângela Beux e Luciana Beux Danguì pelo incentivo e confiança.

Aos professores pela dedicação e colaboração em prol do conhecimento, à minha orientadora Andrea Sartori Jabur pelo apoio e orientação.

Aos colegas por experiências compartilhadas e amizades alicerçadas.

E, por fim, a todas as empresas que abriram as portas para a efetivação do estudo proposto.

RESUMO

BEUX, Giovana. Avaliação das condições de segurança na operação de caldeiras a vapor. 2014. 59fls. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

O objetivo deste estudo foi avaliar o uso das caldeiras a vapor em empresas da região sudoeste do estado do Paraná e oeste de Santa Catarina, em relação às condições de instalação e procedimentos operacionais, com base no atendimento à Norma Regulamentadora n.º 13 do Ministério do Trabalho e, por meio dela, obter informações precisas sobre a situação atual quanto à segurança na operação de caldeiras. Os processos que empregam o uso de caldeiras comportam fluidos a diversas pressões e temperaturas. Essas operações tornam a atividade de alto risco, podendo causar danos a pessoas e ao meio ambiente quando tais equipamentos não apresentam a devida segurança. A operação de caldeiras implica na presença de riscos diversos como explosões, incêndios, choques elétricos, intoxicações, quedas, ferimentos graves e morte. A grande maioria dos acidentes ocorre devido à falta de atenção ao nível de água, má operação e controle da queima do material lenhoso, instalações e reparos inadequados, falta de capacitação, desatenção ao tratamento da água, medidores desregulados; todos ligados à falha humana. O estudo se consistiu de uma abordagem qualitativa e exploratória, no qual foram avaliadas as condições, instalações e procedimentos na operação de caldeiras, tomando-se por base os *checklists* de verificação, elaborados segundo a legislação pertinente, e a avaliação do conhecimento dos operadores e dos responsáveis ou técnicos das empresas. A partir do resultado da avaliação, pôde-se observar que os proprietários das empresas estão buscando atender aos requisitos da NR 13, porém alguns itens precisam ser implementados, pois nem todos os operadores possuem a qualificação e certificação obrigatórias para exercício da função, bem como, alguns operadores ainda negligenciam os riscos que a atividade oferece. O que pode contribuir com esse problema é que os acidentes com caldeiras são divulgados em menor proporção em comparação aos demais acidentes de trabalho. Outro fator que pode contribuir com o não atendimento à norma vigente é a pouca fiscalização pelos órgãos competentes. A recente revisão da NR 13, abril de 2014, veio fortalecer a questão de segurança na operação das caldeiras a vapor. O não cumprimento de qualquer item previsto da norma, que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho, constitui risco grave e iminente. Portanto, como conclusão, observa-se a necessidade de conscientização por parte dos empresários e funcionários, de que essa atividade é periculosa e que precisa ser operada de modo eficiente e seguro, para evitar acidentes muitas vezes com danos irreparáveis aos trabalhadores, bem como consideráveis prejuízos financeiros ao estabelecimento.

Palavras-chave: Caldeiras. Operação. Segurança. Norma Regulamentadora 13

ABSTRACT

Beux, Giovana. Evaluation of security conditions in operation of steam boilers. 2014. 59 pages. Essay (Specialization in Safety Engineering). Federal University of Technology - Paraná. (in Portuguese UTFPR), Pato Branco – Paraná. Brazil 2014.

The aim of this study was to evaluate the use of steam boilers in companies from both, southwestern Paraná and western Santa Catarina states; concerning installation conditions and operating procedures, based on the regulatory standard code (NR 13), of the Brazilian Ministry of Labor; in order to obtain precise information about the current situation regarding the safe operation of boilers. Processes concerning the use of steam boilers comprise fluids with several pressures and temperatures. Thus, such operation is considered as a quite dangerous activity since it may cause harm to people and the environment when devices are not handled under proper security standards. The operation of steam boilers implies the presence of various risks such as explosions, fire, electric shock, poisoning, falls, serious injuries and death. Most of times, accidents occur due to lack of attention to the water level, poor operation, lack of control of the burning of woody materials, inadequate facilities and repairs, lack of training, lack of attention to the treatment of water, unregulated meters; all caused by human failings. The study approach consisted on qualitative exploratory method. Conditions, facilities and procedures of the operation of boilers were evaluated through checklists developed according with relevant legislation, as well as through the assessment of the knowledge of operators and supervisors. From the assessment, it was observed that the owners of the researched companies are trying to get the requisites concerning the safe operation of boilers; however, some items need to be implemented because not all operators have the qualification and training to perform the activities, and there are some operators who are still overlooking the risks that the activity represents. A contributing factor to problems of this extent is the misinformation, since accidents with boilers are revealed in a smaller number when compared with other labor accidents. Other factor that might contribute to the non-compliance with the applicable standard is the lack of surveillance by the regulating bodies. The recent revision of NR 13, April 2014, has strengthened the security issue on the operation of steam boilers. Failures of complying with any items of the mentioned rule may bring imminent risks such as accidents or occupational diseases. Therefore, one concludes that there is an urgent need for consciousness by employers and employees, that this activity is extremely dangerous and it needs to be operated efficiently and safely to avoid accidents and, often, irreparable harm to workers, as well as considerable financial losses to the establishment.

Keywords: Boilers. Operation. Safety. Regulatory Standard code 13

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Vista frontal da caldeira 1.....	31
Figura 02	Características da caldeira 1 e dispositivos de segurança: Placa com Identificação da Caldeira 1, (A) Sensor de Nível de Água, (B) Manômetro, (C).....	32
Figura 03	Chaminé da caldeira 1, (A) Sistema hidráulico preventivo por hidrante, (B)	33
Figura 04	Caldeira 2 Hospital	34
Figura 05	Saídas de emergências da caldeira 2: Saída n°1, onde observa-se a instalação dos extintores, (A) Saída n° 2, Corredor com obstruções, como os contêineres para resíduos no local, (B).....	35
Figura 06	Iluminação noturna inadequada (A) e Reservatório de água aquecida (aberto) (B)	36
Figura 07	Dispositivos de Segurança da Caldeira 2: Manômetro, (A) e Válvula de Segurança, (B).....	37
Figura 08	Vista frontal da caldeira 3.....	38
Figura 09	Vista da área da caldeira 3 (A) e Área coberta com disposição de material lenhoso (B)	39
Figura 10	Dispositivos de Segurança da Caldeira 3: Manômetro, (A) e Sensor de Nível de Água, (B)	40
Figura 11	Vista da Caldeira 4 com Fornalha Aberta, (A) e Vista Frontal Caldeira, (B)	41
Figura 12	Extintor encoberto pelo EPI	42
Figura 13	Refeitório ao lado da caldeira 4 (A) e Placa de identificação (B) Saída obstruída com disposição de material lenhoso (C), e Manômetro e Sensor de nível (D)	44
Figura 14	Vista frontal da caldeira 5.....	45
Figura 15	Casa da caldeira 5 (A), Saída casa da caldeira (B), e Chaminé (C)	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NR	Norma Regulamentadora
MPTA	Pressão Máxima de Trabalho Admissível
CLT	Consolidação das Leis de Trabalho
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
pH	Potencial Hidrogeniônico
CPV	Capacidade de Produção de Vapor
ASV	Área de Superfície de Aquecimento
EPI	Equipamento de Proteção Individual
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
CNTT	Comissão Nacional Tripartite Temática
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Services</i>
SST	Saúde e Segurança no Trabalho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO GERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 CALDEIRAS	13
2.1.1 Definição	13
2.1.2 Histórico	15
2.1.3 Vida Útil (Otimização) e Falhas no Processo Operacional	16
2.1.4 Dispositivos de Segurança	17
2.1.5 Riscos de Explosões	18
2.2 ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO DE CALDEIRAS	20
2.2.1 Tratamentos Primários da Água	20
2.2.2 Objetivos de Tratamento de Água das Caldeiras	21
2.2.3 Qualidade da Água de Abastecimento das Caldeiras	22
2.2.4 Principais Grandezas de Qualidade da Água	22
2.2.4.1 Dureza total	22
2.2.4.2 pH (potencial hidrogeniônico)	22
2.3 PROBLEMAS RELACIONADOS COM A QUALIDADE DA ÁGUA	23
2.3.1 Incrustação	23
2.3.2 Corrosão	24
2.3.3 Formação de Espumas (Espumação) e Arraste	24
2.4 NORMAS REGULAMENTADORAS – SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO -	25
2.5 REVISÃO DA NR 13 E OS ACIDENTES COM CALDEIRAS	26

3 METODOLOGIA	28
4 ANÁLISE E RESULTADOS.....	29
4.1 CALDEIRA 1	29
4.1.1 <i>Checklist</i> 1 - Operador.....	30
4.1.2 <i>Checklist</i> 2 - Caldeira	31
4.2 CALDEIRA 2	33
4.2.1 <i>Checklist</i> 1 - Operador.....	34
4.2.2 <i>Checklist</i> 2 - Caldeira	35
4.3 CALDEIRA 3	37
4.3.1 <i>Checklist</i> 1 - Operador.....	38
4.3.2 <i>Checklist</i> 2 - Caldeira	38
4.4 CALDEIRA 4	40
4.4.1 <i>Checklist</i> 1 - Operador.....	41
4.4.2 <i>Checklist</i> 2 - Caldeira	42
4.5 CALDEIRA 5	44
4.5.1 <i>Checklist</i> 1 - Operador.....	45
4.5.2 <i>Checklist</i> 2 - Caldeira	46
5 CONCLUSÃO	48
6 REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICES	53

1 INTRODUÇÃO

A caldeira de vapor é um equipamento fundamental nos processos de produção de indústrias e empresas, as quais a utilizam para diferentes funções como, por exemplo, em hospitais, para esterilização de materiais e secagem de roupas. A falta de manutenção ou falta de preparo do funcionário, para o uso desse equipamento, pode gerar falhas mecânicas ou falhas humanas que, conseqüentemente, podem acarretar em acidentes de trabalho irreparáveis ao responsável direto e/ou demais funcionários da empresa, bem como consideráveis prejuízos financeiros ao estabelecimento.

A caldeira é um equipamento altamente resistente que possui como princípio básico o aquecimento da água líquida que se transforma em gasosa por meio da troca térmica entre um combustível e a água. O vapor é a água em estado gasoso, usado desde os primórdios do desenvolvimento industrial, pelo alto conteúdo energético que possui. A caldeira e os vasos, por atuarem com pressões acima da pressão atmosférica, constituem um risco iminente na sua operação, vários são os aspectos relacionados ao perfeito funcionamento das caldeiras, pois qualquer falha pode ser catastrófica (ALTAFINI, 2002).

Nesse sentido, empresas e indústrias que possuem tais equipamentos e atividades em seu escopo devem adotar os procedimentos obrigatórios da Norma Regulamentadora n.º 13, a qual fornece orientações fundamentais e específicas para a segurança do processo. A NR 13 tem caráter preventivo de danos ao ser humano e às instalações, requer inspeções, dispositivos de segurança, identificações, registros e documentos, projeto de instalação, manutenções e profissionais habilitados, entre outros.

Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar as condições de segurança na operação de caldeiras a vapor em diferentes segmentos industriais, baseando-se na NR 13.

Para tal propósito, este trabalho será apresentado em três partes principais, iniciando-se pelo desenvolvimento teórico, posteriormente será apresentada a metodologia aplicada e a análise e interpretação dos dados coletados e, por fim, a última parte abarcará as considerações finais.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é avaliar caldeiras a vapor de empresas da região do Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina. A avaliação, embasada na Norma Regulamentadora n.º13, refere-se às condições de instalação e procedimentos operacionais no intuito de se obter informações precisas sobre a situação atual quanto à segurança na operação de caldeiras.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantamento bibliográfico sobre o tema.
- Elaboração de *checklists* relacionados à NR 13.
- Realização de trabalho de campo em diferentes empresas que utilizam as caldeiras a vapor.
- Avaliação de cinco caldeiras com suas características de uso.
- Classificação das caldeiras em Categorias A, B e C.
- Verificar as condições de operação das caldeiras.
- Avaliar e discutir os resultados obtidos nos trabalhos de campo.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Altafini (2002), as caldeiras representam um grande investimento e, portanto, gasto de capital pela a empresa. Sua operação segura e eficaz é frequentemente analisada para garantir lucratividade. Assim, é essencial o treinamento do funcionário responsável para o uso desse tipo de equipamento. Falhas nas práticas estabelecidas para o perfeito funcionamento das caldeiras podem ser catastróficas e acarretar risco a vidas humanas.

Os processos que empregam o uso de caldeiras comportam fluidos a diversas pressões e temperaturas, tornando alto o risco de que tal atividade cause danos a pessoas e ao meio ambiente caso os equipamentos não apresentem a devida manutenção e segurança. A operação de caldeiras implica na presença de riscos de explosões, incêndios, choques elétricos, intoxicações, quedas, ferimentos diversos, entre outros; e, frequentemente, a maioria dos acidentes ocorrem devido à falta de atenção ao nível de água, má operação e controle da queima dos combustíveis, instalações e reparos inadequados, falta de capacitação, falta de manutenção, desatenção ao tratamento da água, medidores desregulados e, neste caso, estão ligados à falha humana.

A caldeira não é um simples equipamento. Um ajuste qualquer não significa apenas uma parada para manutenção, porém, representa a paralisação geral dos setores de produção das empresas; pode afetar ou mesmo interromper serviços hospitalares pela parada da lavanderia; causar atrasos na produção em fábricas, acarretando em diversos tipos de prejuízos.

A operação de caldeiras é considerada uma atividade com risco iminente, portanto, vê-se a necessidade de aprofundar os conhecimentos relativos a procedimentos operacionais com treinamentos, cursos e atendimento à NR 13, visando à segurança do trabalhador e do empregador. Desse modo, o objetivo deste estudo é apresentar os resultados sobre a situação atual das caldeiras em diferenciadas empresas e segmentos, com foco ao atendimento à NR 13 e sua aplicabilidade.

A escolha deste tema para conclusão da especialização se dá pela preocupação em averiguar a atenção dada por empresas que utilizam esse equipamento de grande risco operacional e que, aparentemente, é considerado simples dentro dos seus processos; bem como, pela importância ao atendimento dos procedimentos obrigatórios da NR 13, específica para caldeiras, vasos de pressão e tubulações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CALDEIRAS

2.1.1 Definição

A caldeira é um trocador de calor que, trabalhando com pressão superior à pressão atmosférica, produz vapor a partir da energia térmica fornecida por uma fonte qualquer. É constituída por diversos equipamentos integrados, para permitir a obtenção do maior rendimento térmico possível e maior segurança. Segundo a NR 13, “Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia”.

“A caldeira é o nome popular dado aos equipamentos geradores de vapor, cuja aplicação tem sido ampla no meio industrial e também na geração de energia elétrica nas chamadas centrais termelétricas” (ALTAFINI, 2002, p.03). Assim sendo, as atividades que necessitam de vapor para o seu funcionamento, em particular, vapor de água pela sua abundância, têm como componente essencial para sua geração, a caldeira.

A energia necessária à operação, isto é, o fornecimento de calor sensível à água até alcançar a temperatura de ebulição; mais o calor latente a fim de vaporizar a água e; mais o calor de superaquecimento para transformá-la em vapor superaquecido, é dada pela queima de um combustível.

Segundo Altafini (2002, p.07),

nos geradores de vapor, a energia térmica é liberada através das seguintes formas: Pela queima de um combustível sólido (carvão, lenha), líquido (óleos derivados do petróleo) ou gasoso (gás natural); Por resistências elétricas (eletrotermia); Por fontes não convencionais, como a fissão nuclear, energia solar, energia geotérmica etc.

As Caldeiras são construídas com chapas e tubos, o calor liberado pelo queima do combustível faz com que as partes metálicas das mesmas se aqueçam, transferindo calor à água e produzindo o vapor, ou seja, caldeiras são recipientes metálicos cuja função é, a produção de vapor por meio do aquecimento da água.

De acordo com Alves (2002, s.p.),

todos os tipos de caldeira possuem três partes essenciais que são: a fornalha ou câmara de combustão, a câmara de água e a câmara de vapor. Os acessórios para descarga dos gases e a chaminé não formam parte integral da caldeira, pois constituem construções independentes que são adicionadas ao corpo resistente da mesma, não estando expostas à pressão do vapor.

Conforme Chd Válvulas (2005 *apud* AZZOLINI *et al*, 2007, s.p) as caldeiras podem ser classificadas de acordo com as classes de pressão, grau de automação, tipo de energia empregada, e tipo de troca térmica.

Segundo a NR 13, pelas classes de pressão, as caldeiras foram classificadas em:

- Categoria A: pressão de operação é superior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm²);
- Categoria C: pressão de operação igual ou inferior a 588 kPa (5,99 kgf/cm²) e volume interno igual ou inferior a 100 litros; e
- Categoria B: caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.

Conforme o grau de automação, as caldeiras podem se classificar em: manuais, semiautomáticas, e automáticas.

Com relação ao tipo de energia empregada (combustíveis), podem ser: caldeiras a combustível sólido, líquido, gasoso, caldeiras elétricas, e de recuperação.

Observa-se que a NR 13 classifica as caldeiras de vapor conforme a sua capacidade de operação através da pressão utilizada. A escolha da caldeira é definida pela empresa ou indústria, conforme a sua utilização, dentro de suas funções estabelecidas.

As caldeiras são classificadas em caldeiras flamotubulares e aquotubulares. Nas caldeiras flamotubulares (também chamadas de fogotubular ou flamatubular) os gases de combustão (gases quentes) circulam por dentro dos tubos, ao redor dos quais está a água a ser aquecida e evaporada. Esse tipo de caldeira é de construção mais simples e pode ser classificado quanto à distribuição dos tubos, que podem ser tubos verticais ou horizontais. E segundo Botelho e Bifano (2011, p.50), “as caldeiras flamotubulares são as de aquecimento mais comuns e as que servem hospitais, hotéis, lavanderias, indústria alimentícia, recauchutadoras de pneus etc”.

De acordo com Chd Válvulas (2005 *apud* AZZOLINI *et al*, 2007, s.p), as partes principais da caldeiras flamotubulares são: corpo, espelhos, feixe tubular ou tubos de fogo, e caixa de fumaça. O corpo da caldeira, também chamado de casco

ou carcaça, é construído a partir de chapas de aço carbono calandradas e soldadas; seu diâmetro e comprimento estão relacionados à capacidade de produção de vapor; as pressões de trabalho são limitadas pelo diâmetro do corpo dessas caldeiras; os espelhos são chapas planas cortadas em forma circular soldadas nas duas extremidades do corpo da caldeira, neles estão fixos os tubos, formando o feixe responsável pela absorção do calor contido nos gases de exaustão e transferido à água.

As caldeiras aquotubulares (também chamadas de aguatubular ou acquatubular) são de uso mais abrangente. A água circula por dentro dos tubos e os gases quentes envolvendo-os encontram-se em contato com sua superfície externa. Nesse tipo de caldeira, os tubos conduzem a água, o que aumenta muito a superfície de aquecimento e a capacidade de produção de vapor. Segundo Botelho e Bifano (2011, p.50), “a caldeira aguatubular exige maiores cuidados no tratamento da água do que a fogotubular”.

2.1.2 Histórico

A primeira tentativa de se produzir vapor na evolução da história da humanidade foi no século II A.C, quando Heron de Alexandria concebeu um aparelho que vaporizava água movimentando uma esfera em torno de seu eixo. Entretanto, foi na época da revolução industrial que teve impulso o uso do vapor sobre pressão para movimentar máquinas.

Conforme Bazzo (1995), os primeiros equipamentos destinados a gerar vapor surgiram estimulados pela necessidade de encontrar uma fonte de calor que substituísse os inconvenientes apresentados pela queima direta do carvão. O objetivo era captar e centralizar a energia liberada pelo combustível e distribuí-la aos pontos de consumo.

Atualmente, o vapor de água é usado em grande escala e com inúmeras aplicações, sendo indispensável em muitos processos industriais. Sua preferência é justificada por possuir alto poder calorífico e pela ampla disponibilidade da água no meio industrial. Os geradores de vapor atuais, popularmente denominados caldeiras, são definidos também como trocadores de calor.

Na definição de Braga (2001, p.285),

em um trocador de calor, os fluidos com temperaturas diferentes permanecem separados e o calor é transferido continuamente através de uma parede, pela qual se realiza a transferência de calor, no contato direto ou indireto. Esses equipamentos possuem estruturas bastante diversificadas, sendo construídos de forma a aproveitar melhor a energia liberada pela queima do combustível.

As caldeiras são capazes de operar, em grande parte das aplicações industriais, com pressões vinte vezes maiores que a atmosférica, podendo constituir, durante sua operação, um risco grave e iminente para a integridade física dos trabalhadores. Atualmente, graças a todos os aperfeiçoamentos e à intensificação da produção industrial, a caldeira ocupa um lugar importante, pois gera o vapor indispensável a muitas atividades, não só para movimentar máquinas, mas também para limpeza (esterilização), aquecimento e participação direta no processo produtivo como matéria-prima.

Além da indústria, outras empresas utilizam cada vez mais o vapor gerado pelas caldeiras, como por exemplo: restaurantes, hotéis, hospitais, frigoríficos entre outros.

2.1.3 Vida Útil (Otimização) e Falhas no Processo Operacional

Conforme Alves (2002), a vida útil de um gerador é a quantidade de horas de fogo que pode suportar em condições normais de funcionamento, isto é, vaporizando à Pressão Máxima de Trabalho Admissível para a qual foi o projetado.

A vida útil de uma caldeira depende fundamentalmente do método de trabalho que tenha sido realizado, do sistema de vaporização (regime constante ou variável), da qualidade da água de alimentação, frequência das limpezas externas e internas etc., motivo pelo qual não é possível determinar sem cometer erros consideráveis em relação ao tempo médio de vida para cada caldeira (ALVES, 2002).

Conforme Pipesystem (2004, s.p.), as falhas que podem ocorrer em um gerador de vapor estão ligadas a:

- a) Falhas por superaquecimento; podem ocorrer de duas maneiras: superaquecimento por longo período e superaquecimento por curto período.
- b) Fadiga térmica; esse tipo de corrosão é resultante de esforços de tração cíclicos, que são acelerados quando operados em um ambiente corrosivo.
- c) Ocultamento (*hide-out*); falta de concentrações de sais minerais solúveis na água da caldeira, tais como fosfato, sulfato, cloreto e hidróxido de sódio. Acontece em zonas de elevada taxa de transferência de calor. As consequências são a falta de refrigeração das paredes dos tubos onde ele se estabelece.

As falhas e, na maioria dos casos, os acidentes ocasionados no funcionamento de uma caldeira dependem muito da qualificação e responsabilidade do operador.

2.1.4 Dispositivos de Segurança

De acordo com a NR 13, os dispositivos de segurança das caldeiras têm por finalidade proteger os operadores e demais trabalhadores, bem como os equipamentos, de possíveis falhas em seu funcionamento. Os principais dispositivos de segurança são:

- Válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à Pressão Máxima de Trabalho Admissível.
- Manômetro: instrumento que indica a pressão do vapor acumulado.
- Injetor ou outro meio de alimentação de água, independentemente do sistema principal, em caldeiras a combustível sólido.
- Sistema de indicação para controle do nível de água ou outro sistema que evite o superaquecimento por alimentação deficiente.

As unidades geradoras de vapor necessitam de equipamentos para controle e operação, tais como:

- Sistema de controle de água de alimentação: regulam o abastecimento de água ao tubulão de evaporação para manter o nível entre limites desejáveis. Esses limites devem ser observados no indicador de nível. O

sistema automático de controle da água mais usado é o regulador de nível de eletrodos, esse regulador age diretamente na bomba de alimentação da caldeira.

- Indicador de nível: mostra o nível de água dentro do tubulão de evaporação, é constituído por um vidro tubular.
- Válvulas de segurança: são necessárias para prevenir eventual ascensão na pressão normal de trabalho da caldeira. Toda caldeira deve possuir pelo menos uma válvula de segurança, o ideal e o recomendado são duas. Elas devem ser capazes de descarregar todo vapor gerado sem causar aumento de pressão superior a 10% da pressão do projeto.
- Sopradores de fuligem: são muito usados nas caldeiras aquotubulares, servem para remover a fuligem ou depósitos de cinzas das superfícies de aquecimento, e funcionam em geral com vapor seco; essa remoção do material particulado, da superfície de aquecimento, pode contribuir no rendimento da caldeira.
- Injetores: são dispositivos empregados como alimentadores de caldeiras para situações de falta de energia elétrica.
- Pressostatos: mantêm a pressão dentro de uma faixa admissível de operação.
- Manômetros: ligados diretamente ao espaço ocupado pelo vapor.
- Outros acessórios: sensores de chama, as quais atuam no queimador; válvula de purga, instalada no ponto mais baixo da caldeira; e válvulas de bloqueio, instaladas em toda saída de calor da caldeira.

2.1.5 Riscos de Explosões

Segundo Altafini (2002), o emprego de caldeiras implica na presença de riscos diversos como explosões, incêndios, choques elétricos, intoxicações, quedas, ferimentos diversos. Os riscos com explosões são, entretanto, os mais importantes pelas seguintes razões:

- por se encontrar presentes durante todo o tempo de funcionamento, sendo imprescindível seu controle de forma contínua, sem interrupções;
- em razão da violência com que acontecem, na maioria das vezes com consequências catastróficas em virtude da grande quantidade de energia liberada instantaneamente;
- por envolver os operadores e demais pessoas que trabalham no local;
- por sua prevenção dever ser considerada em todas as fases, desde o projeto, fabricação, operação, manutenção, inspeção etc.

Os riscos de explosão das caldeiras podem ser originados na combinação de 3 (três) fatores:

- diminuição da resistência, que pode ser decorrente do superaquecimento ou da modificação da estrutura do material que compõe a caldeira;
- diminuição de espessura das paredes, que pode ser originada da corrosão ou da erosão agressiva, devido à altas temperaturas; e
- aumento de pressão decorrente de falhas diversas, que podem ser operacionais ou não, e que podem ocorrer devido a falhas em manômetros.

O Superaquecimento como causa de explosões acontece quando o aço, com que é construída a caldeira, é submetido, em alguma parte, a temperaturas maiores do que aquelas admissíveis, ocorrendo então a redução da resistência do aço e aumentando o risco de explosão. Antes da ocorrência da explosão podem haver danos de empenamentos, envergamentos e abaulamentos. Segundo Altafani (2002), as principais causas do superaquecimento podem ocorrer devido a diferentes fatores, como os apresentados a seguir:

- seleção inadequada do aço no projeto da caldeira;
- uso de aços com defeitos;
- prolongamentos excessivos dos tubos;
- queimadores mal posicionados;
- incrustações;
- operação em marcha forçada;
- falta de água nas regiões de transmissão de calor, o contato da água com o aço é fundamenta para mantê-lo refrigerado;
- má circulação da água;
- falha operacional;

- riscos de obstruções ou acúmulo de lama na coluna de nível, geralmente quando a limpeza ou a manutenção preventiva ou o tratamento da água são realizados de forma ineficiente.

2.2 ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO DE CALDEIRAS

Segundo Sarev e Martinelli Júnior (1998 *apud* AZZOLINI *et al*, 2007, s.p.), “diversos mananciais, como: águas superficiais de rios, lagos e represas, águas de poços artesianos, águas da rede pública etc., podem ser utilizados como fonte de captação para a alimentação de sistemas geradores de vapor”.

Porém, para que uma caldeira tenha um bom funcionamento e longo tempo de vida, é necessário que se dê uma especial atenção à água de alimentação. Um tipo de água que apresenta boa qualidade para uso doméstico ou para alguns processos industriais pode não apresentar boas características para uso em caldeiras a vapor. Nenhuma água é totalmente pura, pois todas podem apresentar uma certa quantidade de impurezas granulares ou moleculares. A quantidade de materiais dissolvidos depende do lugar de captação da água e a da geologia local.

Segundo Sarev e Martinelli Júnior (1998 *apud* AZZOLINI *et al*, 2007, s.p.),

a água considerada ideal para alimentação de caldeiras é aquela que não corrói os metais da caldeira e seus acessórios, não deposita substâncias incrustantes e não ocasiona arraste ou espuma”. Entretanto, água com essas características é difícil de se obter; assim, antes é preciso proceder um pré-tratamento que permita reduzir as impurezas a um nível compatível, para não prejudicar o funcionamento da caldeira.

2.2.1 Tratamentos Primários da Água

O tratamento preliminar atua primeiramente sobre as impurezas mais grosseiras, tais como turbidez, sólidos em suspensão e material orgânico.

Conforme Azzolini (2002, s.p.),

os tratamentos primários são todos os processos físico-químicos a que é submetida a água, para modificar seus parâmetros de qualidade, tornando-a com características que atendam às particularidades e padrões solicitados por normas específicas, as quais determinam padrões específicos para uma aplicação industrial ou de potabilidade.

A água que entra na caldeira sem receber tratamento adequado causará incrustação, corrosão nos tubos, sedimentação e formação de espumas que serão arrastadas para as linhas de vapor, prejudicando a qualidade do mesmo, diminuindo a eficiência da caldeira e sua segurança. Segundo Aquino (2012), a desmineralização é o melhor processo de tratamento de água para caldeiras, pois ela elimina todos os sais minerais existentes na água e evita problemas como corrosão e incrustações.

Os métodos de tratamento podem ser divididos em dois grupos: Externos e Internos, conforme Altafini (2002).

1. Externos: clarificação, abrandamento, desmineralização, degaseificação e remoção da sílica.
2. Internos: a base de fosfato, quelatos, sulfito de sódio, hidrazina e soda.

2.2.2 Objetivos de Tratamento de Água das Caldeiras

Tratar bem da água que irá ser aplicada dentro das caldeiras tem como objetivo principal evitar que o emprego de água bruta cause uma série de transtornos e, principalmente, prejuízos para as plantas industriais, tais como elevados custos operacionais e de manutenção. Dessa forma, o tratamento da água da caldeira visa:

- controlar a formação de depósitos e incrustações;
- manter a corrosividade do sistema em níveis aceitáveis; e
- impedir o arraste da água do gerador de vapor.

2.2.3 Qualidade da Água de Abastecimento das Caldeiras

A qualidade da água de alimentação das caldeiras é um dos principais fatores a serem analisados para que seja mantida a confiabilidade do sistema e o bom funcionamento da caldeira, evitando-se assim problemas decorrentes de uma água inadequada para a aplicação em caldeiras de alta pressão. Assim sendo, devem-se levar em consideração os parâmetros de qualidade para águas de geração de vapor:

- a) parâmetros físicos: cor e turbidez;
- b) parâmetros químicos: pH, alcalinidade, dureza, cloretos, oxigênio dissolvido, gás carbônico, sulfatos, sulfitos, fosfatos, sílica, ferro, manganês e sólidos totais.

2.2.4 Principais Grandezas de Qualidade da Água

2.2.4.1 Dureza total

Representa a soma das concentrações de cálcio e magnésio na água. Esses sais possuem a tendência de formar incrustações sobre as superfícies de aquecimento. A água em relação à dureza pode ser classificada, Altafani (2002):

- até 50 ppm de CaCO_3 mole;
- de 50 a 100 ppm de CaCO_3meio dura;
- acima de 100 ppm de CaCO_3dura.

2.2.4.2 pH (potencial hidrogeniônico)

É um meio de se medir a concentração de ácido ou soda em uma amostra de água, aferindo-se a acidez ou a alcalinidade. Usa-se uma escala que varia de 1 a 14 para a determinação do pH; sendo que, de 1 a 6, a água é considerada ácida, e

quanto mais ácida mais corrosiva ela é. A água é considerada alcalina quando o pH está entre 8 e 14, e quanto mais alcalina mais incrustante pode se tornar. Quando o pH se encontra igual a 7, a água é considerada neutra.

2.3 PROBLEMAS RELACIONADOS COM A QUALIDADE DA ÁGUA

2.3.1 Incrustação

Conforme Dantas (1988), os depósitos ou incrustações são deposições ou precipitações sólidas, de natureza alcalina, responsáveis por inúmeros problemas que ocorrem nas superfícies internas das caldeiras. E segundo, Mascia (1989), as principais causas da existência de depósitos ou incrustações, são o excesso de impurezas presentes na água de alimentação da caldeira, o processo de corrosão que forma subprodutos depositantes, o condensado ou vapor contaminado e o tratamento químico aplicado inadequadamente.

As substâncias mais comuns encontradas na água e que provocam a incrustação são os carbonatos de cálcio e de magnésio. Quando tais elementos estão presentes, diz-se que existe dureza na água. A incrustação pode ainda ser aumentada se a água contiver grande quantidade de sílica em suspensão, que irá formar os silicatos de magnésio e alumínio, que também ajudam na formação de outros compostos como ferro e outros materiais. Os silicatos, de um modo geral, formam, nos tubos, uma incrustação muito resistente e difícil de ser removida. Muitas incrustações são formadas por precipitação de sais e/ou óxidos na forma cristalina, gerando incrustações altamente coesas e aderidas. Por menor que seja a espessura das incrustações, elevadas perdas de eficiência acontecem em face da baixa condutividade térmica destas formações.

Segundo Aquino (2012, s.p.),

é possível, pela coloração resultante e pelo peso da incrustação, saber qual foi a composição química causadora de sua origem: Material de coloração marrom clara pode indicar argila e sólidos suspensos, ou também produtos de corrosão (Fe_2O_3); coloração verde ou azul indica a presença de cobre; compostos esverdeados e pesados indicam ocorrência de sílica; incrustações esbranquiçadas são formadas por cálcio e magnésio; depósitos negros leves apontam presença de material orgânico, enquanto os pesados indicam a presença de produtos corrosivos (ferro).

2.3.2 Corrosão

A corrosão pode ocorrer principalmente nos tubos das caldeiras e nas linhas de retorno do condensado. Os elementos que mais concorrem para as corrosões dos tubos são o gás carbônico e o oxigênio. A corrosão dos tubos, na maioria das vezes, é causada pela presença de gases, ácidos e sais que, com a elevada temperatura da água, têm sua ação ativada. A corrosão está intimamente ligada ao pH da água. Gases dissolvidos e alguns sais ácidos são responsáveis pela queda do pH e aumento da corrosão. Portanto, corrosão é o ataque sofrido pelos metais componentes do sistema de geração do vapor, provocado pela água e suas impurezas (ALTAFANI, 2002).

Segundo Gentil (1996, s.p.),

a corrosão é um processo eletroquímico capaz de se desenvolver em meio ácido, neutro ou alcalino, na presença ou não de aeração, podendo ser acelerada pela presença de oxigênio dissolvido; teores elevados de cloro; presença de íons de cobre e níquel, responsáveis pela formação de pilhas galvânicas; sólidos em suspensão que se depositam facilmente, de forma não aderente, em regiões estagnantes e de alta transferência de calor.

2.3.3 Formação de Espumas (Espumação) e Arraste

Para Mascia (1989), arraste é um fenômeno pelo qual as partículas de água da caldeira são carregadas para o vapor gerado, o que é extremamente indesejável. Espumação é a contaminação que se verifica devido à influência exercida pela concentração de produtos químicos na tensão superficial da película de água, que envolve as bolhas de vapor em geração. Segundo Dantas (1988), as consequências principais do arraste e da espumação, são danos nas turbinas e em outros equipamentos, bem como a formação de depósitos nos separadores, válvulas de redução, aparelho separador de vapor, na seção pós-caldeira; e perda de produção.

Segundo Trovati (2013, s.p.),

existem duas causas para a ocorrência de arrastes: a química e a mecânica. A causa química se dá possivelmente pelo excesso de alcalinidade, de sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e pela presença de contaminantes (óleos, graxas, detergentes, açúcar). Já, as causas do arraste mecânico podem ser pelos danos no separador de vapor, nas variações bruscas no consumo do vapor, demanda de vapor superior à produção nominal do sistema, operação com nível elevado e falhas de projeto da caldeira.

2.4 NORMAS REGULAMENTADORAS – SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

As Normas Regulamentadoras, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

O não cumprimento das disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho acarretará ao empregador a aplicação das penalidades previstas na legislação pertinente; e, constitui ato faltoso a recusa injustificada do empregado ao cumprimento de suas obrigações com a segurança do trabalho (GUIA TRABALHISTA, 2014).

Dentro de uma unidade de processo, a caldeira é um equipamento de elevado custo e responsabilidade, cujo projeto, operação e manutenção são padronizados e fiscalizados por uma série de normas, códigos e legislações. No Brasil, o Ministério do Trabalho é responsável pela aplicação da NR 13, que regulamenta todas as operações envolvendo caldeiras, vasos de pressão e tubulações no território nacional. Para o projeto desses equipamentos, normalmente adotam-se códigos específicos; no Brasil, é comum o uso do código da ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) (TROVATI, 2013).

A NR 13 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. O empregador é o responsável pela adoção das medidas determinadas na NR 13.

2.5 REVISÃO DA NR 13 E OS ACIDENTES COM CALDEIRAS

Em 2014, a NR 13 passou por mudanças importantes em relação à elaboração e execução dos planos de inspeção em tubulações. Outras alterações também foram realizadas na intenção de deixá-la ainda mais compacta e prática. A última revisão significativa do texto, ocorreu em 1994, quando foram inseridos conceitos inovadores para aquela época. Ao longo dos anos, observou-se um aumento considerado de acidentes envolvendo caldeiras, sendo este um dos motivos para a atual revisão da norma.

Mais um trabalhador perdeu a vida este ano após acidente envolvendo uma caldeira. Em 28 de fevereiro, Agnaldo Franco de Campos, funcionário de uma fazenda produtora de alimentos derivados do leite, em Amparo/SP, não resistiu aos graves ferimentos, causados após ser atingido pela explosão da caldeira instalada no local. Segundo bombeiros que atenderam à ocorrência no dia anterior, Campos havia sofrido queimaduras de terceiro grau nos braços e nas costas, além de traumatismo craniano. Ele esteve internado no hospital da cidade após o acidente, junto a outro funcionário que trabalhava próximo à caldeira na hora da explosão. Este segundo trabalhador também teve queimaduras de terceiro grau, e seguia internado até o fechamento desta edição (NERY, 2014, p.41).

Outra ocorrência chamou a atenção do setor, quando em outubro de 2013, quatro trabalhadores de uma siderúrgica localizada na zona rural de Várzea da Palma, região norte de Minas Gerais, ficaram feridos após explosão de uma caldeira. O impacto foi tão grande que algumas vítimas foram atiradas a 20 e 30 metros de distância; uma delas morreu no local, outras duas inalaram fumaça e uma terceira sofreu ferimentos leves. Na ocasião, o Corpo de Bombeiros informou que os trabalhadores realizavam um serviço de solda em um elevador de canecas que transportava matéria-prima para a parte superior da siderúrgica. Repentinamente, depararam-se com uma explosão seguida de incêndio. De acordo com testemunhas, as vítimas estavam na central de comando do elevador quando as chamas se propagaram. Ambos os acidentes ainda encontram-se em investigação pelos órgãos competentes.

Esses são apenas alguns exemplos de ocorrências envolvendo equipamentos em constante pressão, como as caldeiras. Explosões e incêndios estão entre os acidentes mais comuns, em se tratando de ambientes que se utilizam

desse tipo de sistema para gerar energia; e, não raramente, deixam consequências gravíssimas, mortos e feridos.

Trabalhadores que atuam em área de caldeiras, vasos de pressão e tubulações também ficam expostos ao risco de choques elétricos, intoxicações, quedas, ferimentos, calor radiante e sensível, queimaduras, ruído. No caso das explosões, elas costumam ser causadas pelo superaquecimento, levando o material que constitui os equipamentos a temperaturas extremas, superiores às admissíveis; assim, a resistência do material é reduzida, criando o risco de rompimento.

Estes e tantos outros acidentes justificam a mais recente revisão da Norma Regulamentadora 13, que teve seu título atualizado para Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações. A inclusão do item tubulação é uma das novidades do texto atual, alterado pela Portaria MTE n.º 594, de 28 de abril de 2014, publicada em 2 de maio no Diário Oficial da União.

O coordenador da CNTT (Comissão Nacional Tripartite Temática) da NR 13, responsável pela nova redação, explica que, ao determinar os tópicos para a revisão, a Comissão considerou, principalmente, as demandas advindas da comunidade técnica, dos auditores fiscais do Trabalho e de diversas entidades e representações envolvidas com a operação, manutenção e inspeção de caldeiras e vasos de pressão; além da experiência acumulada na aplicação da NR 13 durante os mais de 19 anos de vigência de sua última revisão.

Os requisitos descritos anteriormente, em cada caldeira analisada, e considerados não conformes de acordo com a NR 13 do Ministério de Trabalho de dezembro de 1994, permanecem não conformes segundo a NR 13 alterada em abril de 2014.

3 METODOLOGIA

O estudo consistiu-se de uma abordagem qualitativa e exploratória, sendo avaliadas as condições, instalações e procedimentos na operação de caldeiras, tomando-se por base os *checklists* de verificação, orientando-se na legislação pertinente e na aplicação da avaliação de conhecimento aos operadores dos equipamentos. Segundo Gil (1994), esse tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil, sobre ele, formular hipóteses precisas e operacionalizáveis. E, ainda, Viana (2001, p.95) salienta que “na pesquisa qualitativa você analisará cada situação a partir de dados descritivos, buscando identificar relações, causas, efeitos, consequências, opiniões, significados, categorias e outros aspectos considerados necessários à compreensão da realidade estudada e que, geralmente, envolve múltiplos aspectos”.

Neste trabalho, foram avaliadas as condições de segurança na operação de cinco caldeiras a vapor, localizadas no sudoeste do Paraná e no oeste de Santa Catarina. As caldeiras analisadas foram identificadas no trabalho como: Caldeira 1 (Fábrica de Massas e Biscoitos); Caldeira 2 (Hospital); Caldeira 3 (Laticínio); Caldeira 4 (Recapadora de Pneus) e Caldeira 5 (Clube Recreativo).

Para avaliar as condições de segurança, foram realizadas visitas de campo para aplicação de dois *checklists* de verificação. O *checklist* 1 (anexo 1) sobre a função de operador de caldeira e o *checklist* 2 (anexo 2) sobre a caldeira, elaborado com base na legislação vigente, a NR 13 do Ministério do Trabalho.

Os *checklist* foram aplicados aos responsáveis e operadores e a avaliação consistiu em verificar o conhecimento dos mesmos em relação aos riscos que a atividade oferece.

Para a sustentação do estudo foi realizado o registro de imagens e análise dos documentos relacionados à gestão dos processos detentores dos equipamentos.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Na realização das visitas a campo, nem todas as perguntas elaboradas aos operadores e aos responsáveis ou técnicos das empresas foram respondidas ou os mesmos não souberam responder.

As funções, quanto ao operador de caldeira, devem ser: operar e controlar o funcionamento da caldeira, a pressão, o nível de água e a qualidade da água, trabalhando segundo as normas e procedimentos de segurança, afim de fornecer vapor para produção de calor ou energia; zelar pela manutenção das tubulações, válvula, registros, instrumentos e acessórios, limpando-os, lubrificando-os, comunicando substituições de partes danificadas quando necessário.

E, quanto às funções dos responsáveis ou técnicos na empresa, estas são: atender às normas e procedimentos de segurança na operação de caldeiras; fornecer e fiscalizar o uso dos EPIs; solicitar reparos, ajustes, manutenções, inspeção anual da caldeira; calibrar os equipamentos; agendar curso de reciclagem anual; enfim, garantir a segurança dos trabalhadores e o perfeito funcionamento das caldeiras a vapor.

4.1 CALDEIRA 1

Caldeira 1, utilizada na fabricação de massas e biscoitos, opera 24 horas ao dia e possui 3 (três) operadores, sendo que, 2 (dois) destes revezam os horários durante o dia e um pela noite. A caldeira trabalha em média 21 dias seguidos, nunca menos que 15 dias, e para em média por 36 horas e não mais que 40 horas. É alimentada com lenha nativa e eucalipto, não utilizam pinus no processo de abastecimento porque o modelo da caldeira é muito antigo e a queima do pinus pode ocasionar problemas nas caldeiras, já que a resina pode causar o encrustamento e a vedação das passagens de calor, pois o espaçamento entre as tubulações é muito pequeno, entre 20 e 30 mm e, segundo o técnico, nas caldeiras atuais o espaço entre os dutos é estimado entre 50 a 60 mm, não havendo restrição de material combustível para a queima.

A caldeira consome em média 2 m³ de lenha/hora, esse número é variável, pois depende da produção. Esta empresa está em atividade desde 1983. A classificação da caldeira é categoria B e apresenta as seguintes especificações:

- Caldeira Marca Krus - SP
- Ano Fabricação: 1927
- N.º de ordem do fabricante: 1420
- MPTA – 8,0kgf/cm²
- Pressão de teste hidrostático: 12,00 kg/cm²
- CPV – 560 kg
- ASV – 28,00 m³
- Código de projeto e ano de edição: ASME VIII Div 1 – 1925.

4.1.1 *Checklist* 1 – Operador

De acordo com os resultados do *checklist* aplicado ao operador, ele aprendeu a função de uso e manutenção da caldeira na própria empresa, através de treinamentos práticos durante os finais de semana até ficar apto à função. Também recebeu informações para a segurança na operação da caldeira e para situações de risco. Foi possível observar que o funcionário conhece os principais dispositivos de segurança da caldeira, que são as válvulas de segurança, manômetro e sensor de nível de água. Também relatou que conhece os riscos que envolvem a atividade, que podem ser desde falhas mecânicas como por ato inseguro seu. E informou que, até o presente momento, não presenciou nenhum tipo de acidente com a caldeira. Em relação aos equipamentos de proteção individual, a empresa fornece e cobra o uso dos mesmos, avental de raspa de couro, luva de raspa, máscara acrílica verde, protetor de ouvido, botina com ponteira de aço, porém, em entrevista, não foi observado o uso dos EPIs. De acordo com o operador, o curso de reciclagem anual para esse ano (2014) já foi agendado.

O operador também é responsável pelo tratamento semanal da água de alimentação da caldeira, ele realiza a dosagem dos produtos de acordo com os resultados da análise da água, que é efetuada por empresa específica que atende a indústria.

4.1.2 Checklist 2 - Caldeira

A caldeira 1 (Figura 1) passou por uma reforma há alguns anos, pois a mesma tem quase 100 anos da data de sua fabricação e, segundo o responsável pelo setor de segurança e projetos, pelas informações pessoais deste, a caldeira opera normalmente e dentro dos padrões da NR 13, apesar da idade.



Figura 1 - Vista frontal da caldeira 1

Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013).

A indústria conta com um Engenheiro Mecânico que, uma vez ao ano, faz a manutenção e inspeção geral de segurança da caldeira e dos equipamentos. E também, uma vez ao ano, é feita a calibração dos instrumentos de medição, eletrodos e das válvulas de segurança. Na caldeira, podemos verificar a presença da placa de identificação em local visível, a classificação da categoria da caldeira, como também os dispositivos de segurança, válvula, manômetro e sensor de nível (Figura 2).

Possui no estabelecimento, desde o ano de 1993, o Livro de Segurança e Registro de Ocorrência da Caldeira, datado, assinado e com todas as informações de reparos e inspeções realizados na caldeira. Também, ficam disponíveis o manual de operação da caldeira e o manual de procedimentos em situações de emergência.

A caldeira está instalada em ambiente aberto, na “Área de Caldeiras” e conforme critérios da NR 13, está instalada há, no mínimo, 3 (três) metros de outras

instalações do estabelecimento, do limite de propriedades de terceiros e do limite com as vias públicas. Dispõe de acesso fácil e seguro, necessário à operação e manutenção da caldeira. Possui duas saídas amplas, porém, observou-se que uma permanece fechada, ou seja, não conforme com a NR 13. Possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão para fora da área de operação, atendendo às normas vigentes. Foi, também, efetuada a substituição da chaminé, por uma maior e mais eficiente (Figura 3-A). Durante a realização da visita a campo, foi relatado que está sendo providenciada a iluminação de emergência, pois a caldeira opera a noite. A qualidade da água é controlada semanalmente, o operador faz o preparo da dosagem dos produtos, que é distribuído através de bombas automáticas.

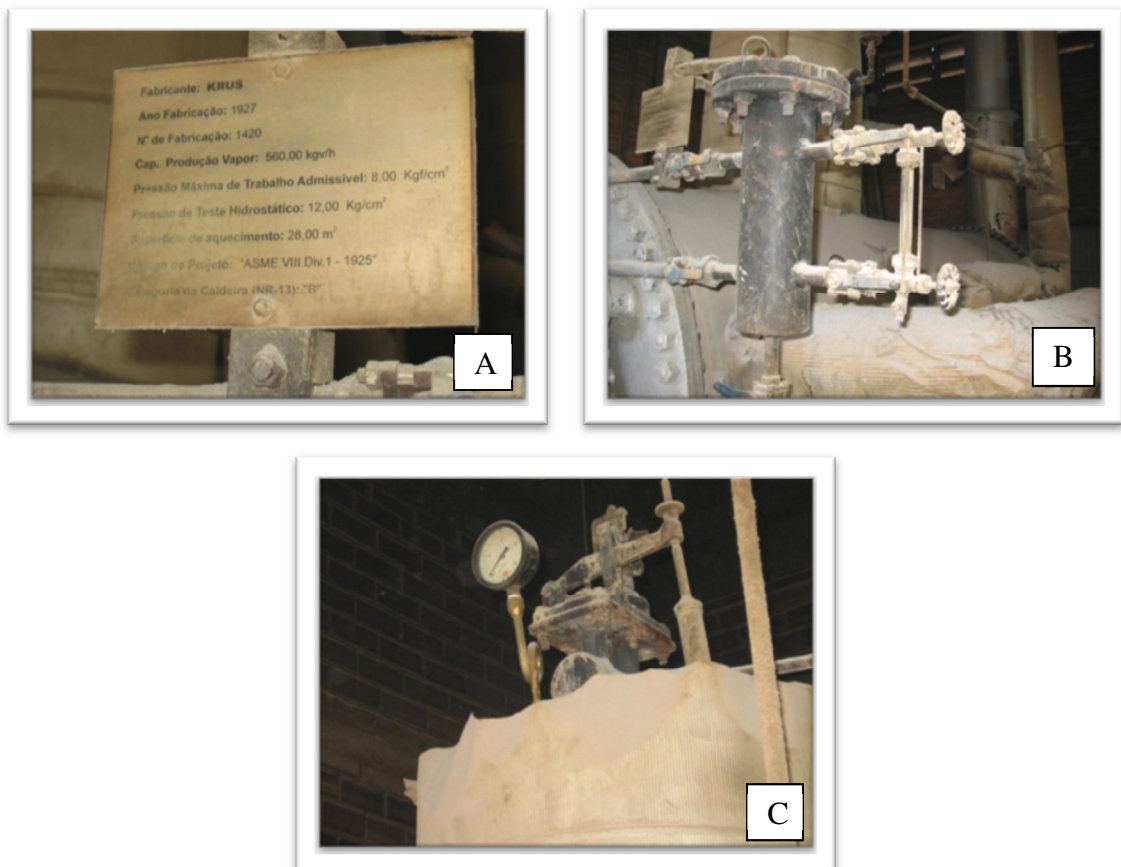


Figura 2 - Características da caldeira 1 e dispositivos de segurança: Placa com identificação da caldeira, (A) Sensor de nível de água, (B) Manômetro, (C).
Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal, 2013

Durante o período de realização deste trabalho, verificou-se a instalação de extintores e sistema hidráulico preventivo por Hidrante (Figura 3-B).



Figura 3 - Chaminé da caldeira 1, (A) Sistema hidráulico preventivo por hidrante, (B)
 Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal, 2013

4.2 CALDEIRA 2

A Caldeira 2 (Figura 4), localizada em Hospital, tem por finalidade o aquecimento da calandra, equipamento que seca e passa as roupas como lençóis e toalhas. A caldeira opera em média 10 horas/dia, 7 (sete) dias por semana, e possui duas operadoras no exercício da função. A caldeira consome em média 0,15 m³ de lenha/hora, aproximadamente 1 (um) metro de lenha/dia. A classificação da caldeira é categoria B, e apresenta as seguintes especificações:

- Caldeira Vertical Walling
- Ano de fabricação: 1970
- N.º de ordem do fabricante: 70
- MPTA – 8,5 kgf/cm²
- CPV – 60 kgv/h
- ASV – 20 m²



Figura 4 - Caldeira 2 Hospital

Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

4.2.1 Checklist 1 - Operador

Por meio da entrevista realizada com uma das operadoras, pôde-se observar que a mesma tem conhecimento da atividade, possui curso de capacitação de operador de caldeira e apresenta mais de 18 anos de experiência na função, porém, não atende a alguns itens referentes à NR 13, como, por exemplo, em relação ao treinamento de segurança, pois a mesma não faz a reciclagem anual e usa apenas a luva como equipamento de proteção para operar a caldeira. Além da função de operadora, ela exerce outras atividades de manutenção e limpeza no hospital.

Em relação aos riscos que envolvem a atividade, a operadora diz ter conhecimento que esses podem ser explosões e incêndios, porém, considera uma atividade tranquila, pois, até o momento, não presenciou nenhum acidente envolvendo a caldeira.

Segundo a operadora, a água utilizada na alimentação da caldeira é a água de abastecimento do hospital e não recebe nenhum tratamento específico. A cada 3 (três) meses, são enviadas, para laboratório, amostras para realização de análise físico-química da água.

.-4.2.2 Checklist 2 - Caldeira

O Hospital mantém, em seu quadro efetivo de funcionários, um Técnico de Segurança de Trabalho, o qual nos acompanhou durante toda a visita e, segundo ele, o Hospital também conta com um Técnico em Manutenção, que realiza periodicamente a calibração de todos os equipamentos, inclusive os da caldeira; e também, conta com os serviços prestados por um Engenheiro Mecânico que, uma vez ao ano, faz a manutenção e inspeção da caldeira.

O Hospital mantém, em seus arquivos, o manual de operação da caldeira e de procedimentos para situações de emergência, bem como o livro de Registro de Segurança e de Ocorrência da Caldeira desde 1992, esse com controle de datas e todas as anotações importantes referentes às inspeções e às manutenções da caldeira.

A caldeira está instalada na “Casa da Caldeira”, na área interna do Hospital, localizada ao lado da área de lavanderia e de secagem de roupas, ou seja, não conforme com um dos requisitos essenciais de segurança da NR 13, que determina afastamento mínimo de 3 (três) metros de outras instalações do estabelecimento e de constituir prédio separado. A Casa da Caldeira dispõe de duas saídas (Figura 5) dispostas em direção distintas, porém, não se encontram desobstruídas, dificultando o acesso que, segundo a NR 13, tem que ser de fácil acesso e seguro, necessário à operação e à manutenção da caldeira.



Figura 5 - Saídas de emergências da caldeira 2: Saída n.º1, onde observa-se a instalação dos extintores (A) e **Saída n.º2**, Corredor com obstruções, com os contêineres para resíduos no local (B)
Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

A Casa da Caldeira, não possui iluminação adequada (Figura 6-A) e não possui sistema de iluminação de emergência, a qual, segundo o Técnico de Segurança, pretendem implantar ainda neste ano de 2014. O excesso da água aquecida fica acumulado em um pequeno reservatório aberto (Figura 6-B), ao lado da caldeira, e essa água aquecida acaba sendo utilizada na limpeza do Hospital.



Figura 6 - Iluminação noturna inadequada (A) e Reservatório de água aquecida (aberto) (B)

Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

A caldeira conta com dispositivos de segurança, como a válvula de segurança, manômetro e sensor de nível (Figura 7), porém, durante a visita, pôde-se observar que a fornalha permanece aberta e, ao redor da caldeira, é possível verificar o depósito de material lenhoso (Figura 4), sendo uma característica perigosa, pois qualquer fagulha pode dar início a um sinistro.

Possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas vigentes. O último laudo de poluentes elaborado foi em abril de 2013.

O Técnico em Segurança que acompanhou a visita demonstrou pouco conhecimento com relação à função de operação e manutenção da caldeira e dos itens da NR 13 e mostrou-se bastante confuso nas respostas.

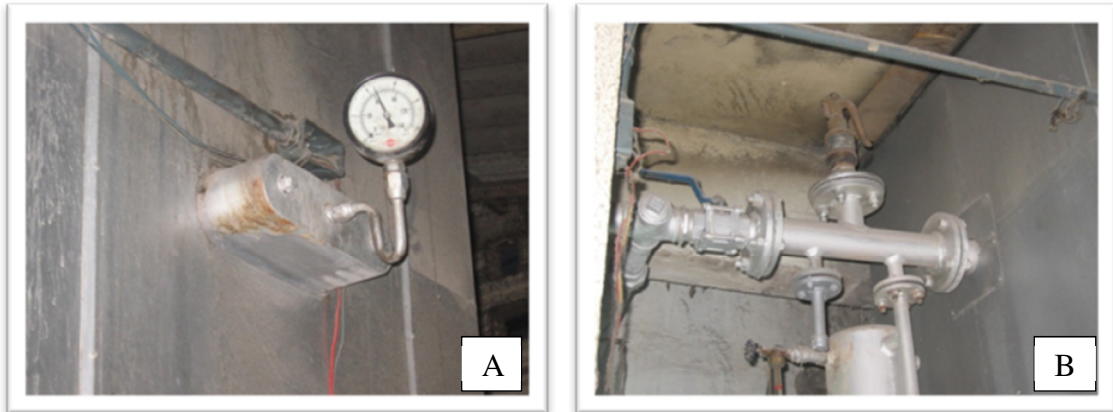


Figura 7 – Dispositivos de Segurança da Caldeira 2: Manômetro (A) e Válvula de segurança (B)
 Fonte. BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013).

4.3 CALDEIRA 3

A Caldeira 3 (Figura 8), utilizada em uma indústria de fabricação de queijos, possui 2 (dois) operadores de caldeira, sendo que a caldeira opera 8 (oito) horas/dia de segunda a sábado e aos domingos apenas por 1 (uma) hora. É alimentada por lenha de eucalipto e uma pequena quantidade de pinus e consome, em média, 2 m³ de lenha/hora no verão e, no inverno, 2,5 m³ de lenha/hora. O material lenhoso é disposto em área coberta, ao lado da “área da caldeira”. A empresa opera desde 2002. A classificação da caldeira é categoria B e apresenta as seguintes especificações:

- Caldeira Marca Indumental
- Modelo gerador de vapor - Flamotubular
- N.º de ordem do fabricante: 0040290
- Ano de fabricação: 1993
- CPV: 600 kg/h
- PMTA: 8 kgf/cm²
- PPP: 12 kg/cm²
- ASV: 36 m²



Figura 8 - Vista frontal da caldeira 3
Fonte. BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

4.3.1 Checklist 1 – Operador

Em relação ao Operador de Caldeira, este recebeu treinamento de apenas 1 (um) dia provido pela empresa, com presença do Engenheiro responsável, sendo que, até o momento, não havia exercido a função de Caldeirista, caracterizando uma não conformidade com a norma vigente, porém, segundo o responsável pelo Laticínio, o operador irá fazer o curso regulamentado pela NR 13 ainda em 2014, pois o Laticínio está buscando se adequar à legislação vigente. Os operadores trabalham 8 (oito) horas/dia e uma hora aos domingos, revezando turnos. Os mesmos fazem uso dos equipamentos de proteção individual (luva de raspa, bota com bico de aço), porém, não têm conhecimento dos riscos que envolvem a atividade. Eles conhecem os dispositivos de segurança da caldeira que são as válvulas de segurança, válvula de alívio e manômetro.

4.3.2 Checklist 2 – Caldeira

O Laticínio conta com os serviços prestados por um Engenheiro Mecânico que, uma vez ao ano, faz a manutenção e inspeção da caldeira. Uma vez ao ano, também é feita a calibração dos equipamentos.

Em relação à instalação da caldeira, ela está localizada na “área da caldeira”, atendendo a distância mínima de 3 (três) metros de outros estabelecimentos, vias públicas e propriedades de terceiros. Possui apenas uma

saída ampla; já que, no local onde deveria estar a outra saída ampla, disposta em direção distinta, localizam-se janelas, ficando não conforme com a NR 13.

A área da caldeira está localizada em local de fácil acesso e seguro. O local de trabalho em torno da caldeira é limpo e organizado. O material lenhoso é disposto em área coberta, ao lado da área da caldeira e organizado em feixes, (Figura 9-B).

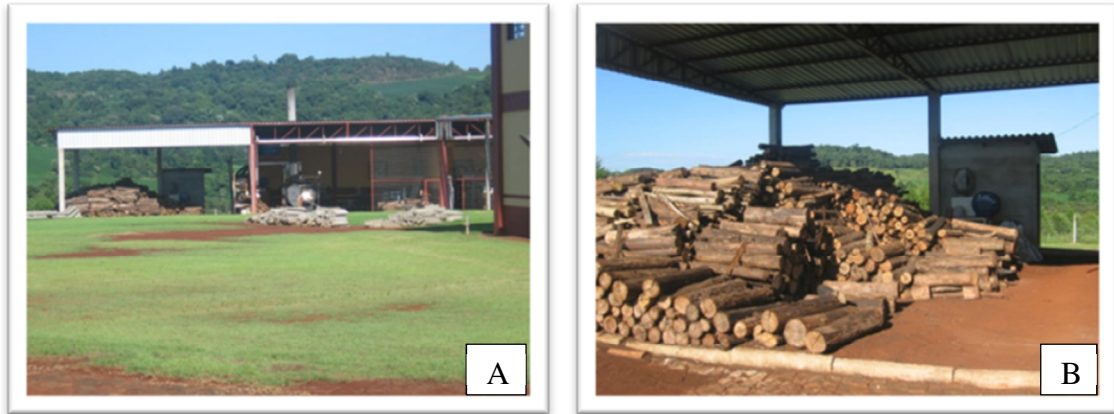


Figura 9 - Vista da área da caldeira 3 (A) e Área coberta com disposição de material lenhoso (B)
Fonte. BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

Os manuais de operação e de procedimentos de risco, bem como o livro de registro, com as inspeções da caldeira ficam disponíveis no escritório; porém, segundo o responsável pelo Laticínio, o livro de registro está incompleto, precisando ser atualizado.

Quanto ao tratamento da água de alimentação da caldeira, esse é feito por empresa denominada Hidralquímica. É dada atenção especial aos dispositivos de segurança, como as válvulas, manômetro e sensor de nível de água, (Figura 10). A caldeira apresenta a placa de identificação, porém, encontra-se ilegível, precisando ser substituída. Ainda neste ano, pretendem fazer a instalação da iluminação de emergência na área da caldeira.

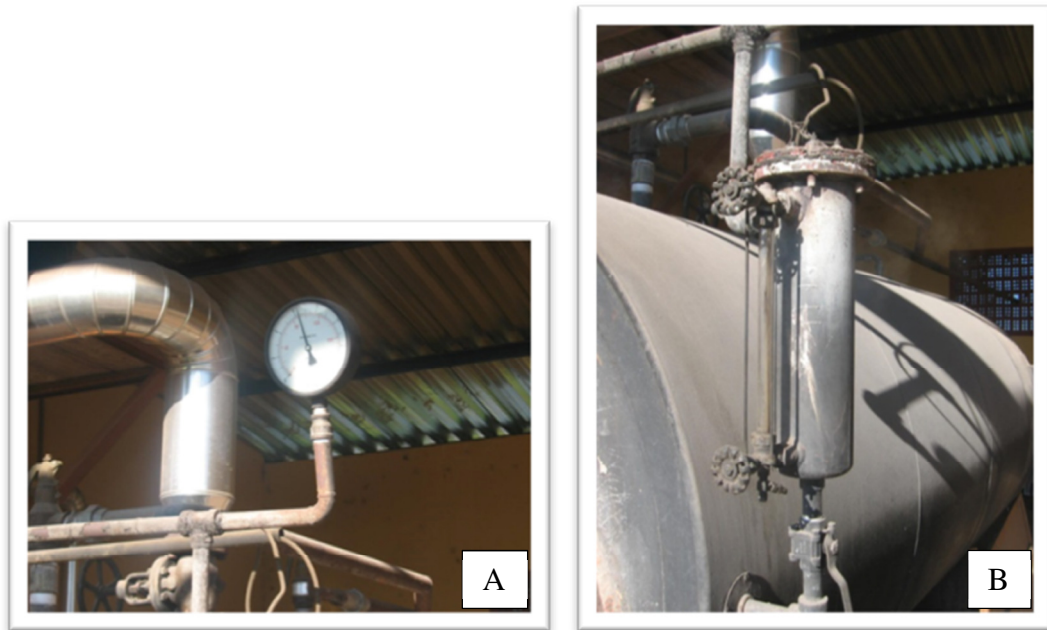


Figura 10 – Dispositivos de Segurança da Caldeira 3: Manômetro (A) e Sensor de nível de água (B)

Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

4.4 CALDEIRA 4

A Caldeira 4 (Figura 11) é utilizada nos processos de recapagem de pneus. Funciona 13 horas/dia, iniciando as atividades às 8 horas da manhã e encerrando às 21 horas, de segunda a sexta-feira. Possui 2 (dois) operadores, sendo que os dois revezam os horários. É alimentada de lenha nativa e eucalipto. Consome, em média, 3m³ de lenha/hora. A classificação da caldeira é categoria B e apresenta as seguintes especificações:

- Caldeiras Paraná – Modelo FTH Fogotubular
- N.º de ordem do fabricante: 069
- Ano de fabricação: 2004
- Pressão de teste hidrostático: 18 kg/cm²
- CPV: 1500 kgv/h
- PMTA: 10 kgf/cm²

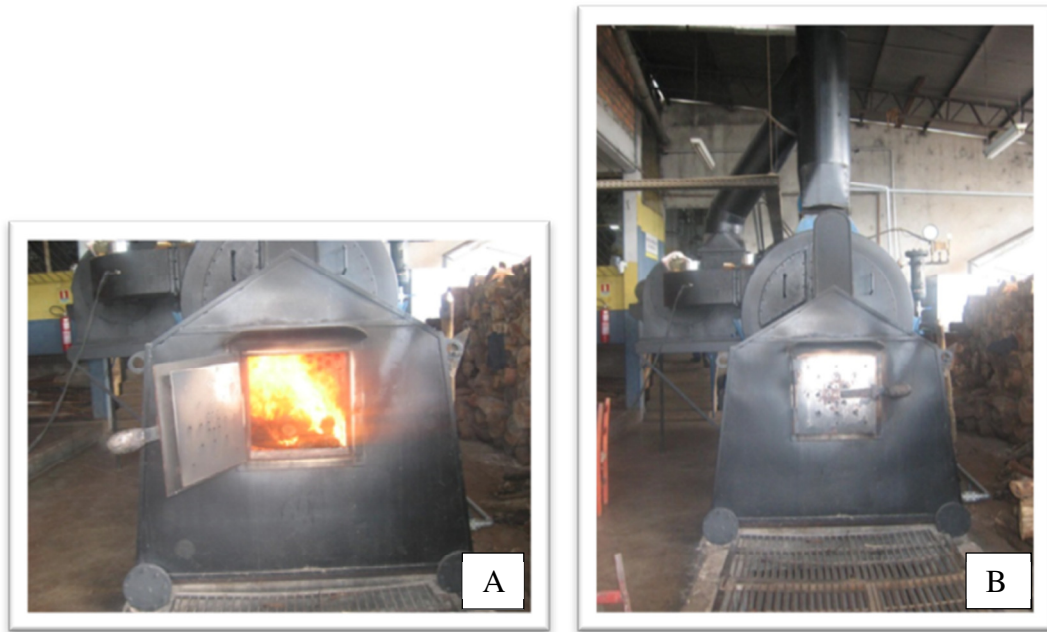


Figura 11 - Vista da Caldeira 4 com Fornalha Aberta, (A) e Vista Frontal Caldeira, (B)
Fonte: BEUX, G. Arquivo pessoal (2013)

4.4.1 Checklist 1 – Operador

Em relação à capacitação do operador entrevistado, dessa empresa, são atendidos os itens referentes à NR 13. Quanto a treinamento de segurança, tem curso de operação de caldeira e, anualmente, faz curso de reciclagem e, para este ano de 2014, já está programado o curso.

O operador relatou que gosta de trabalhar com a caldeira, que a considera imprescindível à empresa, pois se caldeira estiver inativa não haverá funcionamento das máquinas e, conseqüentemente, não haverá produção. Relatou a importância de saber quais os itens de segurança que a caldeira precisa ter, como a válvula de segurança, manômetro, sensor de nível de água, bem como conhecer os cuidados e forma de manuseio da mesma.

O operador conhece os perigos que envolvem a atividade, porém, não usa equipamento de segurança, o avental e a máscara de proteção, que seriam parte integrante do seu equipamento de proteção individual, estavam colocados por cima do extintor, encobrendo-o completamente (Figura 12), podendo ocasionar, no momento de um sinistro, uma perda considerável de tempo, até a localização do extintor.

A função do operador é a de cortar a lenha e de abastecer a caldeira; colocar, no dosador, semanalmente, os produtos para o tratamento da água; verificar o bom funcionamento da caldeira; e, em havendo qualquer anormalidade, avisar o seu superior. Também, durante a entrevista, o operador relatou que sente dores nas costas, possivelmente pelo procedimento de cortar e carregar a lenha.



Figura 12 - Extintor encoberto pelo EPI
Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

4.4.2 Checklist 2 - Caldeira

Segundo informações do supervisor da área, a empresa conta com um Engenheiro Mecânico que, anualmente, faz a manutenção e inspeção da caldeira, além disso, quando há necessidade de ajustes ou a caldeira apresenta algum problema, é solicitado a esse profissional que providencie o reparo. A Recapadora também conta com serviços de empresa contratada para fazer o monitoramento e laudo de emissão dos poluentes atmosféricos, de acordo com a legislação ambiental vigente.

Na caldeira, pudemos verificar a placa de identificação legível, bem como os dispositivos de segurança, válvula, manômetro e sensor de nível (Figura 13).

O manual de operação da caldeira, o livro de registros, os relatórios de inspeções, laudos, projetos ficam arquivados, datados, assinados e disponíveis no escritório da empresa.

A caldeira está instalada na extensão da empresa, na “Casa da Caldeira”, porém, não constitui prédio separado e se localiza ao lado do setor de pressurização e do refeitório, ou seja, a menos de 3 (três) metros de outras instalações do estabelecimento, portanto, não conforme a NR 13.

A caldeira está a mais de três metros dos limites de propriedade de terceiros e do limite de vias públicas. Dispõe de duas saídas em direções distintas, uma das saídas permite o acesso direto ao interior da Recapadora e a outra saída permite o acesso ao pátio da empresa, porém, esta segunda encontra-se obstruída pelo excesso de material lenhoso disposto no entorno da caldeira, tornando-se de difícil acesso, (Figura 13-A). Não possui iluminação de emergência noturna, sendo que há necessidade de implantação, uma vez que a caldeira opera até às 21 horas diariamente.

Em relação ao tratamento da água, o operador prepara os produtos e coloca no dosador automático, conforme orientações de empresa responsável pela análise da água de abastecimento da caldeira.



Figura 13 - Refeitório ao lado da caldeira 4 (A) e Placa de identificação (B) Saída obstruída com disposição de material lenhoso (C), e Manômetro e Sensor de nível (D)

Fonte: BEUX, Giovana. Arquivo pessoal (2013)

4.5 CALDEIRA 5

A Caldeira 5 (Figura 14), utilizada para aquecimento de 3 (três) piscinas em um clube recreativo, funciona 14 horas/dia e possui 1 (uma) operadora. É alimentada de lenha nativa e eucalipto. Consome em média 2 m³ de lenha/hora, esse número é variável, pois depende da intensidade do frio ou calor, em dias quentes consome menos, em dias frios consome mais. A única especificação obtida da caldeira foi a marca, Hidrosol.

4.5.1 Checklist 1 - Operador

Por meio de entrevista feita com a operadora da Caldeira, pudemos analisar que a mesma não atende a nenhum dos itens referentes à NR 13 em relação ao treinamento de segurança, pois a mesma não possui certificado de estágio prático, não possui certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras, ou seja, não possui os 3 anos mínimos de experiência na atividade.



Figura 14 - Vista frontal da caldeira 5
Fonte: BEUX, G. Arquivo pessoal (2013)

Segundo a operadora, ela recebeu treinamento de um dia, correspondente a 8 horas, realizado pelo responsável técnico da fabricante da caldeira, quando da instalação da mesma, porém, a NR 13 prevê que o estágio prático deve ter no mínimo 40 horas para caldeiras de categoria C, 60 horas para categorias B e 80 horas para caldeiras de categoria A, no entanto, não foi possível nem ao menos classificar o tipo de caldeira pois a caldeira não possui placa com identificação, não possui o manual de operação e não possui registros disponíveis. Segundo a operadora, esses documentos estão arquivados no escritório de contabilidade do clube recreativo, porém, o contador responsável não forneceu as informações solicitadas. Com o intuito de obter mais esclarecimentos e especificações, foi

também encaminhado e-mail para o fabricante da caldeira, o qual também não forneceu as informações, alegando não ter localizado os registros da caldeira.

As instruções que a operadora recebeu foram de como abastecer a caldeira com lenha e de como manter a temperatura, sendo que a mesma não deve ultrapassar os 70°C. Além da função de operadora, a funcionária do clube exerce outras atividades como limpeza das piscinas, dos banheiros, das áreas livres e também cuida da recepção, da entrada e saída de sócios.

Em relação aos riscos que envolvem a atividade, a operadora diz ter conhecimento, mas considera uma atividade tranquila, pois até o momento não presenciou nenhum acidente envolvendo a caldeira. Porém, um mês após esta entrevista, em uma nova visita na tentativa de se obter mais informações, a operadora relatou que os canos da caldeira “estouraram”, devido ao superaquecimento da caldeira, os técnicos estiverem no local, fizeram o reparo e a manutenção necessária e, na semana seguinte, outro cano estourou.

Segundo a operadora, não é feito tratamento da água e nem análise, pois a água utilizada é apenas para o aquecimento das piscinas. A análise e o tratamento da água são importantes para evitar as incrustações e o superaquecimento da caldeira, entre outros problemas, o não tratamento da água foi, possivelmente, um dos fatores de predisposição de problemas nos tubos da caldeira, porque o tratamento da água evita, por exemplo, que os gases dissolvidos, como o oxigênio, causem a corrosão e que os sólidos dissolvidos, como cálcio, magnésio, cloreto, sílica, causem as incrustações na caldeira. O não tratamento da água pode provocar estes tipos de acidentes, como a obstrução dos canos e a corrosão, ocasionando o rompimento da tubulação.

4.5.2 Checklist 2 – Caldeira

Em relação à instalação da Caldeira, está localizada na “área da caldeira”, em local de fácil acesso, porém, não atendendo à distância mínima de 3 (três) metros de outros estabelecimentos dentro do clube, como da área de banho de sol que se localiza a aproximadamente 1,5 metros de distância. A área da caldeira possui apenas uma saída ampla e no lugar da outra saída encontra-se uma pequena janela, item não conforme com a NR 13, (Figura 15).

No entorno da caldeira fica acondicionado, a céu aberto, o material lenhoso. A chaminé da caldeira precisou ser aumentada, pois a altura da chaminé não era adequada o suficiente, gerando desconforto aos banhistas pelo excesso de fumaça no local. Os demais itens de extrema segurança são desconhecidos pela maioria dos banhistas, ficando suscetíveis a outros problemas maiores que a caldeira pode ocasionar, como explosões, incêndios etc.



Figura 15 - Casa da caldeira 5 (A), Saída casa da caldeira (B) e chaminé (C)
Fonte: BEUX, G. Arquivo pessoal (2013)

5 CONCLUSÃO

No estudo proposto pôde-se observar que todas as empresas apresentaram não conformidades de acordo com a NR 13 do Ministério do Trabalho. Foi possível, também, verificar que nem todos os responsáveis e operadores conhecem adequadamente a norma técnica que regulamenta o funcionamento de caldeiras, a NR 13, e que, aqueles que a conhecem, ainda assim, não atendem todos os requisitos exigidos pela mesma.

Os principais itens que precisam ser implementados em relação à adequação a norma são:

- Caldeira 1: atendimento ao uso de EPIs; curso de capacitação (a NR 13 determina a obrigatoriedade de treinamento teórico e estágio prático de 60 horas para a formação de um operador de caldeira- Categoria B); curso de reciclagem anual dos operadores; manter as duas saídas da área da caldeira desobstruídas, segundo a NR 13 a área de caldeira deve dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas, como também dispor de ventilação e iluminação adequadas e ter sistema de iluminação de emergência.
- Caldeira 2: atendimento ao uso de EPIs; curso de reciclagem anual dos operadores, conforme a norma recomenda, bem como o aperfeiçoamento do Técnico de Segurança de Trabalho; adequação da área do entorno a caldeira, com os afastamentos de no mínimo 3 (três) metros obrigatórios para a segurança; desobstrução dos corredores de acesso à caldeira, facilitando a movimentação e a manutenção da mesma; instalação de iluminação eficiente, bem como iluminação de emergência noturna; promover o tratamento da água de alimentação da caldeira, limpeza no entorno da caldeira, mantendo a fornalha fechada e o fechamento do reservatório de água ao lado da caldeira.
- Caldeira 3: atendimento ao uso de EPIs, cursos de capacitação e curso de reciclagem anual dos operadores; adequação da placa de identificação da caldeira que não se encontra legível; promoção de manutenções periódicas e desobstrução de uma das saídas (janela) da área da caldeira, que devem ser amplas em direções distintas e desobstruídas, e atualização do Livro de

Registro, com data da inspeção e das manutenções, o qual encontra-se incompleto.

- Caldeira 4: atendimento ao uso de EPIs; promover o atendimento necessário em relação às constantes dores nas costas relatadas pelo operador no exercício da função, visando beneficiar a saúde e segurança do mesmo; bem como, em termos da atividade, propor um estudo para se verificar a possibilidade da implantação de um sistema automático, como carrinhos e esteiras, os quais já estão sendo adotados em muitas indústrias, usinas etc. que utilizam caldeiras. Adequação da área do entorno da caldeira, a qual se encontra na extensão da empresa, mais precisamente ao lado das salas de pressurização, vapor e refeitório, onde constantemente há fluxo de pessoas, sendo que a NR 13 especifica que a distância mínima deve ser de 3 (três) metros de outros estabelecimentos; promover a desobstrução de uma das saídas da área da caldeira que, constantemente, permanece obstruída pelo excesso de material lenhoso disposto no pátio.
- Caldeira 5: atendimento ao uso obrigatório de EPIs; curso de capacitação e curso de reciclagem anual da operadora; fixação, em local visível e de fácil acesso, da placa de identificação da caldeira com todas as especificações segundo critérios da norma; readequação das saídas da área da caldeira (no local de uma das saídas encontra-se apenas uma pequena janela); atendimento da distância mínima de 3 (três) metros permitida do entorno da área da caldeira com outras instalações do estabelecimento, promover o dessa forma, promovendo a segurança dos funcionários, associados e frequentadores do clube; manter na sede do clube, o manual de operação da caldeira, livro de registros de inspeções e de manutenções, devidamente datados, assinados e disponíveis aos operadores e funcionários, e promover o tratamento da água da alimentação da caldeira.

Nota: Não foi possível obter informações precisas sobre as especificações da caldeira do clube, pode-se considerar que seja um modelo de Boiler, que é um aquecedor de água comumente utilizado para aquecimento de piscinas.

Quadro Resumo da Pesquisa de Campo

Requisitos Analisados	Caldeira	Caldeira	Caldeira	Caldeira	Caldeira
	1	2	3	4	5
Uso de EPI's	NC	NC	NC	NC	NC
Operador possui certificado de Treinamento de Seg na Oper. de Caldeiras, ou experiência mínima de 03 anos.	NC	C	NC	C	NC
O operador recebe anualmente treinamento/capacitação.	NC	NC	NC	C	NC
Dispõe de 2 (duas) saídas amplas, desobstruídas e em direções distintas.	NC	NC	NC	NC	NC
Iluminação conforme normas vigentes.	C	NC	C	C	NC
Iluminação de emergência caso operar a noite.	NC	NC	NC	NC	NC
Placa com identificações da caldeira.	C	C	NC	C	NC
Caldeira instalada com afastamento mínimo de 03 (três) metros de outras instalações	C	NC	C	NC	NC
Acesso fácil e seguro, necessário a operação e manutenção da caldeira.	C	NC	C	NC	NC
Possui registro de segurança, livro próprio com pag. numeradas, datadas e assinadas.	C	C	NC	C	NC
Manual e livro de registro disponível e de fácil acesso aos funcionários e operadores.	C	C	NC	C	NC
Tratamento da água da caldeira.	C	NC	C	C	NC

C = Conforme NC = Não Conforme

Em termos gerais, pôde-se observar que existe uma certa resistência por parte dos empresários em se adequar às normas visando a segurança e saúde dos trabalhadores. O que pode contribuir com esse problema é que os casos de acidentes com caldeiras ainda são divulgados em menor proporção em comparação aos demais acidentes de trabalhos.

Outro fator que pode contribuir com o não atendimento da norma vigente é a pouca fiscalização pelos órgãos competentes. A recente revisão da NR 13 veio implementar ainda mais a questão de segurança na operação das caldeiras a vapor. O não cumprimento de qualquer item previsto na NR 13 que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho constitui risco grave e iminente. Sendo assim, é necessário, por parte dos empresários, uma conscientização de que essa atividade é periculosa e que as caldeiras precisam ser operadas de modo eficiente e seguro para se evitar acidentes, muitas vezes, com danos irreparáveis aos trabalhadores, bem como, com consideráveis prejuízos financeiros ao estabelecimento.

6 REFERÊNCIAS

ALTAFINI, C. A. **Apostila de Caldeiras**. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Caxias do Sul, 2002. 36p. Disponível em <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/caldeiras-apostila.pdf>>. Acesso em: 06 de agosto de 2013

ALVES, C. S. **Sistemas Térmicos: Geradores de Água Quente**. Maringá, 2002. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/sistemas_termicos/agua_quente.pdf>. Acesso em: 16 de novembro de 2013.

AQUINO, A. **Água para caldeiras: conheça os principais problemas e saiba como tratá-las**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=3934>>. Acesso em: 13 de agosto de 2013

AZZOLINI, J. C. **Contribuição da Poluição Física, Química e Bioquímica nas Águas do Rio do Peixe pelo Afluente Rio do Tigre**. 2002. 124f. Dissertação Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AZZOLINI, J.C.; FRINHANI, E. M. D.; ZARDO, F. **Água para sistema geradores de vapor**. Ano V., 24. ed., jan./fev. 2007. Disponível em <<http://www.meiofiltrante.com.br/materias.asp?action=detalhe&id=272>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

AZZOLINI, J.C.; FRINHANI, E.M.D; ZARDO, F. **Avaliação de tratamento interno e externo de água para sistemas geradores de vapor**. [S.l.], 2008. Disponível em <http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=376>. Acesso em: 13 de maio de 2014.

BAZZO, E. **Geração de Vapor**. 2. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 1995, 216p.

BOTELHO, M. H. C. e BIFANO, H. M. **Operação de Caldeiras – gerenciamento, controle e manutenção**. São Paulo: Blucher, 2011, 198p.

BRAGA, W. **Transmissão de calor: introdução ao estudo**. Vol I. Rio de Janeiro: Editora Booklink, 2001, 342p.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Caldeiras e Vasos de Pressão**. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 – Norma Regulamentadora nº13. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. **Norma Regulamentadora nº13**. Brasília, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portaria-mte-594-2014.htm>>. Acesso em: 26 de maio de 2014

DANTAS, E. **Geração de Vapor e Água de Refrigeração: Falhas, Tratamento, Limpeza Química**. Rio de Janeiro: ABRACO, 1988.

GENTIL, V. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1996.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1994.

GUIA TRABALHISTA. **Normas Regulamentadoras - Segurança e Saúde do Trabalho**. Disponível em <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>>. Acesso em 20 de junho de 2014.

MASCIA, L.S.V. **Curso de Tratamento de Águas**. Caxias do Sul: UCS, 1989. Disponível em: <http://www.mascia.com.br/cms/arquivos/curso_tratamento_aguas.pdf>. Acesso em: 10 fevereiro de 2014

Manuais de Legislação Atlas. **Segurança e Medicina do Trabalho**. São Paulo: Atlas, 62. ed. 2008, 797p.

NERY, P. Norma Ampliada. **Proteção**. São Paulo, 270. ed., p. 40-57, jun. 2014, 114p.

PIPESYSTEM. **Sistemas de Vapor**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.pipesystem.com.br/Sistemas/Vapor/vapor.html>>. Acesso em: 20 de novembro de 2013.

TROVATI, J. **Tratamento de Água para Geração de Vapor: Caldeiras**. [S.l.], 80p. Disponível em: <http://www.snatural.com.br/PDF_arquivos/Torre-Caldeira-Tratamento-Agua-Caldeira.pdf>. Acesso em: 23 de agosto de 2013.

VIANNA, I. O. A. **Metodologia do trabalho científico: um enfoque didático da produção científica**. São Paulo: E.P.U, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A - *Checklist 1* - Operador de Caldeira

- 1) Recebeu treinamento de segurança para operação de caldeiras antes de iniciar a função de operador?
Sim _____ Não _____
- 2) Fez estágio prático na caldeira após o treinamento? Duração em horas, dias?
Sim _____ Não _____
- 3) Recebe informações de segurança para as realizações das atividades da caldeira? Quais?
Sim _____ Não _____
- 4) Quais os principais dispositivos de segurança que a caldeira possui e para que servem?

- 5) Quais os equipamentos de proteção individual que o operador deve e utiliza para trabalhar com a caldeira?

- 6) Conhece os riscos que esta atividade oferece? Quais?
Sim _____ Não _____
- 7) É feito por alguma empresa o tratamento da água? Se sim, qual o tratamento?
Sim _____ Não _____
- 8) Já aconteceu algum acidente em relação a caldeiras? Explosão, superaquecimento, incrustações etc.? Quais?
Sim _____ Não _____

APÊNDICE B - Checklist 2 - Caldeira (Quesitos NR 13)

- 1) Possui profissional habilitado para inspeção supervisão da caldeira?

- 2) A caldeira possui válvula de segurança?

- 3) Possui instrumento que indique a pressão do vapor acumulado?

- 4) Possui injetor ou outro meio de alimentação de água (caldeiras a combustível sólido)?

- 5) Possui sistema de drenagem rápida de água, em caldeiras de recuperação de álcalis?

- 6) Possui sistema de indicação para controle do nível de água ou outro sistema que evite o superaquecimento por alimentação deficiente?

- 7) Possui, no estabelecimento, documentações devidamente atualizadas – Prontuário da caldeira?

- 8) Possui placa com identificações (local visível)? Sim _____ Não _____
 - a.fabricante;
 - b.número de ordem dado pelo fabricante da caldeira;
 - c.ano de fabricação; pressão máxima de trabalho admissível;
 - d.pressão de teste hidrostático;
 - e.capacidade de produção de vapor;
 - f.área de superfície de aquecimento;
 - g.código de projeto e ano de edição.
- 9) Possui, em local visível, a categoria da caldeira?
 - a. Categoria A (Pop = ou > 1960 kPa (19.98 kgf/cm²));
 - b. Categoria C (Pop = ou < 588 kPa (5.99Kgf/cm²) e o volume é igual ou inferior a 100 litros;
 - c. Categoria B (Todas as caldeiras que não se enquadram em A e C).Categoria: _____

10) Possui registro de segurança?

11) O registro de segurança está disponível aos operadores, serviço de manutenção e da CIPA?

12) Possui projeto de instalação por profissional habilitado e obedece aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente?

13) A caldeira está instalada em Casa de Caldeira ou em outro local específico?

14) Está instalada em ambiente aberto obedecendo afastamento mínimo de 3 (três) metros de outras instalações do estabelecimento?

15) Está instalada em ambiente aberto obedecendo afastamento mínimo de 3 (três) metros de depósitos de combustíveis - reservatórios para partida com até 2000 litros de capacidade?

16) Está instalada em ambiente aberto obedecendo afastamento mínimo de 3 (três) metros do limite de propriedade de terceiros?

17) Está instalada em ambiente aberto com afastamento mínimo de 3 (três) metros do limite com as vias públicas?

18) Dispõe de pelo menos duas (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas (instalada em ambiente aberto)?

19) Acesso fácil e seguro, necessário à operação e à manutenção da caldeira, sendo que, para guarda-corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas (instalada em ambiente aberto)?

20) Possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação atendendo às normas ambientais vigentes?

21) Dispõe de iluminação conforme normas vigentes?

22) Possui sistema de iluminação de emergência caso operada à noite?

23) Possui projeto de alteração ou reparo (por profissional habilitado) quando há modificações nas condições de projeto?

24) Possui projeto de alteração ou reparo sempre que compromete a segurança?

25) Existe manutenção preventiva ou preditiva dos sistemas de controle?

26) Possui relatórios de inspeção?

27) O relatório de inspeção contém:

- a. dados constantes na placa de identificação da caldeira;
- b. categoria e tipo da caldeira;
- c. tipo de inspeção executada;
- d. data de início e término da inspeção;
- e. descrição das inspeções e testes executados;
- f. resultado das inspeções e providências;
- g. relação dos itens da NR 13 ou de outras exigências legais que não estão sendo atendidas;
- h. conclusões;
- i. recomendações e providências necessárias;
- j. data prevista para a nova inspeção da caldeira;
- k. nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do profissional habilitado e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

28) As inspeções de segurança periódicas, constituídas por exames internos e externos, são realizadas dentro dos prazos máximos?

29) O relatório de inspeção é encaminhado, num prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar do término da inspeção, à representação sindical da categoria profissional do estabelecimento?

30) Quando os resultados da inspeção determinaram alterações dos dados da placa de identificação, a mesma foi atualizada?

31) Para caldeiras em ambiente fechado, o "Projeto Alternativo de Instalação" foi apresentado pelo proprietário, para obtenção de acordo com a representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento?

32) A caldeira possui painel de instrumentos instalados em sala de controle (para categoria A)?

33) A caldeira possui Manual de Operação atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores?

34) A caldeira possui Manual de Operação atualizado com procedimentos para situações de emergência, procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente?

35) Os instrumentos e controles de caldeiras são mantidos calibrados e em boas condições operacionais?

36) A qualidade de água é controlada?

37) O tratamento de água está de acordo com os parâmetros de projeto?

38) A operação e controle da caldeira são realizados pelo operador?

39) O operador possui certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras com comprovação de estágio prático ou experiência na área, comprovada e mínima de 3 anos?

40) O operador recebe treinamento permanente (reciclagem/capacitação)?

41) As válvulas de segurança são inspecionadas periodicamente e por profissional habilitado?

42) As válvulas de segurança são submetidas a testes de acumulação?

- a) Na inspeção inicial da caldeira:
- b) Quando forem modificadas ou tiverem sofrido reformas significativas:
- c) Quando houver modificação nos parâmetros operacionais da caldeira ou variação na PMTA:
- d) Quando houver modificação na sua tubulação de admissão ou descarga:

43) É realizada inspeção de segurança extraordinária?

- a) Sempre que a caldeira for danificada por acidente ou outra ocorrência capaz de comprometer sua segurança:
- b) Quando a caldeira for submetida à alteração ou reparo importante capaz de alterar suas condições de segurança:
- c) Antes de a caldeira ser recolocada em funcionamento, quando permanecer inativa por mais de seis meses:
- d) Quando houver mudança de local de instalação da caldeira:

44) A empresa possui “Serviços Próprios de Inspeção de Equipamentos”?

45) Os “Serviços Próprios de Inspeção de Equipamentos” são organizados na forma de setor, seção, departamento, divisão, ou equivalente, e são certificados pelo INMETRO diretamente ou mediante organismos de certificação por ele credenciados?
