

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST - UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CLOVIS ROGERIO CORDOVA

**SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS E A IMPORTÂNCIA
NA INDÚSTRIA**

LAGES
2018

CLOVIS ROGERIO CORDOVA

**SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DE CALDEIRAS E A IMPORTÂNCIA
NA INDÚSTRIA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de graduação em
Engenharia de Produção do Centro
Universitário UNIFACVEST como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Botan.

**LAGES
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força de vontade para nunca desistir apesar das dificuldades.

É com muita satisfação que dedico este trabalho a minha esposa Rosangela Aparecida Oliveira Cordova e aos meus filhos Jackson e Gabriel, que sempre apostaram em mim, me deram apoio, carinho e compreensão, sendo neste longo período as pessoas com quem sempre pude contar meus verdadeiros e eternos amigos, que desde o início desta caminhada, estiveram comigo, sendo pacientes, sabendo compreender a minha ausência enquanto me dedicava aos estudos e a este trabalho.

Agradeço a meus pais Neri e Lucia Cordova, pela vida que me deram, pela educação, pelo estudo, que é o bem mais precioso que podem nos dar.

As empresas que me abriram as portas para fazer a minha pesquisa.

Ao professor orientador pela sabedoria, paciência e dedicação e a todos os professores que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

Aos verdadeiros amigos que ganhei no decorrer deste período, por terem dividido suas experiências comigo e terem passado momentos de grande descontração e confraternização que julgo terem sido fundamentais nesta etapa vencida.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o uso das caldeiras a vapor em empresas da Cidade de Lages e região em relação às condições de instalação e procedimentos operacionais, com base no atendimento à Norma Regulamentadora n.º 13 do Ministério do Trabalho. 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, instalações e reparos inadequados, falta de capacitação e medidores desregulados. A partir do resultado das avaliações, pôde-se observar que os proprietários das empresas estão buscando atender aos requisitos da NR 13. Todos os operadores possuem a qualificação e certificação obrigatórias para exercício da função. Verificou-se também que nos estabelecimentos visitados os documentos relativos às caldeiras estavam todos em dia tais como relatório de inspeção ART, livro de inspeção e manutenção e engenheiro responsável. A recente revisão da NR 13, em abril de 2014, visa fortalecer a questão de segurança na operação das caldeiras a vapor. O não cumprimento de qualquer item previsto da norma, que possa causar acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho, constituindo 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.

Palavras chave: Caldeiras, Segurança, Norma Regulamentadora 13.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of steam boilers in companies of the city of Lages and region in relation to the installation conditions and operating procedures, based on compliance with the Regulatory Standard No. 13 of the Ministry of labour. The boiler operation implies the presence of various hazards such as explosions, fires, electric shocks, falls, serious injuries and dead. The vast majority of accidents occur due to lack of attention to the water level, poor operation and control of the burning material, facilities and inadequate repairs, lack of training and deregulated meters. From the result of the assessment, one could observe that the owners of companies are seeking to meet the requirements of NR 13. All operators have the qualification and certification required for exercise of the function. There was also establishments visited the boilers were documents, all days such as inspection report ART, book and inspection engineer responsible. The recent revision of NR 13, April 2014, came to strengthen the question of safety in operation of steam boilers. The non-compliance with any prescribed item, that can cause an accident or work-related disease is a serious and imminent risk. So, in conclusion, noted the need to raise awareness on the part of employers and employees, that this activity is venturous and that needs to be operated efficiently and secure.

Keywords: Boilers, Security, Regulatory Standard 13.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo Geral	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
3.1 Geração e Aplicação do Vapor na Indústria	4
3.2 Definição de Caldeira	5
3.3 Dispositivos De Segurança	7
3.4 Riscos Para A Saúde.....	8
3.4.1 Choques Elétrico	8
3.4.2 Queimaduras	9
3.4.3 Quedas	9
3.4.4 Agentes Causadores de Desconforto	10
3.4.5 Poluição do Ar Provocada Por Caldeiras	10
3.5 Explosões	11
3.5.1 Medidas Para Prevenção de Explosões de Caldeira.....	12
3.6 Normas Regulamentadoras – Segurança e Saúde do Trabalho	15
3.6.1 Revisão da NR 13 e os Acidentes Com Caldeiras	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
6 CONCLUSÃO	40
7 REFERÊNCIAS	41

LISTA DE ABREVIATURAS

A.C - Antes de Cristo

Bar - Unidade de pressão

CIPA - Comissão interna de prevenção de acidentes

CO₂ - Dióxido de carbono

CNAE - Classificação Nacional das Atividades Econômicas

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

EPI - Equipamento de proteção individual

EUA - Estados Unidos da América

Gv - Gerador de vapor

h_l – Entalpia do líquido

h_v – Entalpias do vapor

h_{lv} – Calor latente de vaporização

KG - Quilograma

Kgf² - Quilograma força ao quadrado

Kgf/cm² - Quilograma força por centímetros ao quadrado

KPa - Unidade de pressão quilo pascal

M² - Metro quadrado

NR - Norma Regulamentadora

O₂ - Oxigênio

pH - Potencial de hidrogênio

PMTP - Pressão máxima de trabalho permitida

Pabs – Pressão absoluta

Pmam – Pressão manométrica

RI - Relatório de Inspeção

SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho

Ton/h - Tonelada / hora

Tvap – Temperatura de vapor saturado (°C)

Vesp – Volume específico (m³ /kg)

°C Grau Celsius

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Vista Geral da Caldeira 1A, Prédio da Caldeira, Depósito de materiais 1B	23
Figura 02	Placa de Identificação da Caldeira	23
Figura 03	Visor de nível d'água(A), manômetro de pressão e nível d'água(B), válvula de segurança (C)	23
Figura 04	Vista geral do prédio da caldeira (A), Vista do depósito de material combustível (B) ...	26
Figura 05	Vista Geral da Caldeira.....	27
Figura 06	Placa de identificação da Caldeira (A), Placa de registro de inspeção(B)	27
Figura 07	Visor de nível d'água(A), manômetro de pressão e nível d'água(B), válvula de segurança (C).....	27
Figura 08	Vista geral do prédio da caldeira e depósito de material combustível	30
Figura 09	Visor de nível (A), manômetro de pressão (B), Válvula de segurança (C), Boca de fornalha para abastecimento manual (E)	31
Figura 10	Placa de Identificação da caldeira	31
Figura 11	Vista geral do prédio de caldeira(A), Vista do depósito de material combustível.....	34
Figura 12	Vista frontal da caldeira e esteira transportadora para abastecimento	34
Figura 13	Placa de inspeção da caldeira	34
Figura 14	Placa de Identificação da caldeira	35
Figura 15	Livro relatório de inspeção de caldeira	35
Figura 16	Relatório de inspeção de caldeira	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tabela demonstrativa dos tipos de indústrias e finalidade da caldeira.....	4
Tabela 2	Tabela demonstrativa de alguns acidentes envolvendo caldeiras.....	16
Tabela 3	Dados e identificação da caldeira utilizada.....	21
Tabela 4	Resultado da pesquisa de conhecimento realizada com o operador da caldeira.....	21
Tabela 5	Resultado da Avaliação realizada no prédio da caldeira.....	22
Tabela 6	Dados e identificação da caldeira utilizada.....	25
Tabela 7	Resultado da pesquisa de conhecimento realizada com o operador da caldeira.....	25
Tabela 8	Resultado da Avaliação realizada no prédio da caldeira.....	26
Tabela 9	Dados e identificação da caldeira utilizada.....	29
Tabela 10	Resultado da pesquisa de conhecimento realizada com o operador da caldeira.....	29
Tabela 11	Resultado da Avaliação realizada no prédio da caldeira.....	30
Tabela 12	Dados e identificação da caldeira utilizada.....	32
Tabela 13	Resultado da pesquisa de conhecimento realizada com o operador da caldeira.....	33
Tabela 14	Resultado da Avaliação realizada no prédio da caldeira.....	33
Tabela 15	Resultado do estudo de campo.....	38
Tabela 16	Quadro resumo da pesquisa de campo.....	38

1 – INTRODUÇÃO

Caldeira é um trocador de calor que, trabalhando com pressões superior a pressão atmosférica, produz vapor ou outro fluido aquecido, a partir da energia térmica gerada por uma fonte qualquer. É constituída por diversos equipamentos integrados, para permitir a obtenção do maior rendimento térmico possível e a maior segurança.

Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo.

As caldeiras produzem vapor para alimentar máquinas térmicas, autoclaves para esterilização de materiais diversos, cozimento de alimentos e de outros produtos orgânicos, calefação ambiental e outras aplicações do calor utilizando-se o vapor.

Caldeira não é apenas uma máquina que a qualquer problema signifique somente uma parada para manutenção. Em muitas situações esta parada representa também a paralisação da produção. Dependendo do estado de conservação do equipamento, devido à má condição de funcionamento, ou também falhas na verificação de seus sistemas de segurança, e de um procedimento incorreto na operação, a caldeira pode explodir e destruir parcial ou totalmente uma fábrica. Como consequência pode haver vítimas fatais, interrupção da produção por tempo indeterminado com isto causando prejuízos financeiros com indenizações, reconstrução das instalações e aquisição de um novo equipamento.

O objetivo principal deste estudo é conhecer algumas caldeiras, sua aplicação no processo produtivo e o devido cumprimento da legislação em vigor tendo por base a Norma Regulamentadora N° 13 (NR 13).

Na análise final do estudo proposto observou-se que todas as empresas avaliadas apresentaram não conformidades de acordo com a NR 13 do Ministério do Trabalho. Foi possível também verificar que nem todos os gerentes e/ou responsáveis pelo equipamento conhecem adequadamente a norma técnica que regulamenta o funcionamento de caldeiras, e aqueles que conhecem mesmo assim não atendem todos os requisitos exigidos, das quatro caldeiras avaliadas houve somente uma que cumpriu rigorosamente todos os requisitos técnicos.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é estudar os tipos principais de caldeiras utilizadas nas indústrias, e a aplicação da Norma Regulamentadora n.º13 do Ministério do Trabalho.

2.2 - Objetivos Específicos

- Fazer levantamento bibliográfico sobre caldeiras baseando-se na NR 13.
- Estudar as normas técnicas e de segurança conforme a legislação vigente.
- Demonstrar as aplicações da NR 13, no que diz respeito à operação, manutenção e instalação do equipamento.
- Visitar empresas na cidade de Lages-SC, de ramos de atividades diferentes para ter conhecimento mais amplo da aplicação das caldeiras e os modelos utilizados.
- Avaliar aplicação das normas de segurança na operação de caldeira.
- Conhecer as reais condições de operação das caldeiras.
- Avaliar e comparar os resultados obtidos nas visitas em campo.

3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os sistemas de geração de vapor encontram emprego indispensável em inúmeros processos industriais. Atuando como agente transportador de energia o vapor é utilizado na geração de energia mecânica, térmica ou elétrica.

A preferência pelo vapor como fluido de trabalho pode ser justificada pelo seu alto calor específico, aliado a ampla disponibilidade de água no meio industrial.

Em geral as pressões de trabalho são sempre maiores que a pressão atmosférica. Alguns geradores mais modernos, inclusive são projetados para atuarem sob pressões supercríticas (valores superiores a $225,4\text{kgf/cm}^2$).

Apesar de existir normas que regulamentam a instalação, operação e segurança em caldeiras, os acidentes com caldeiras ainda continuam a acontecer. Dentre as principais causas, os itens relacionados com erro do operador e falta ou falha de manutenção, surgem em primeiro e segundo lugares respectivamente. O fato indica que as categorias mais envolvidas com falhas humanas estão na frente das que se referem a falhas mecânicas.

Conforme Alvig Treinamentos 1998, entre as falhas de operação as principais causas são:

- a) Demasiada confiança nos controles automáticos, ao ponto de substituir o pessoal qualificado por dispositivos;
- b) Desvalorizar ou esquecer completamente as normas de segurança na operação da caldeira;
- c) Conhecimentos insuficientes e treinamento precário do operador, e falta de conhecimento técnico do empresário;
- d) Deficiência de informações aos operadores e técnicos da equipe, no que se refere à operação e as normas de manutenção;
- e) Desconhecimento de procedimentos corretos, que acabam por acumular vícios operacionais;
- f) Utilização por parte do empresário, de um sistema incorreto de seleção e contratação de pessoal;
- g) Inobservância dos programas e testes dos dispositivos de controle de segurança,
- h) Permitir o descuido e apatia na operação da caldeira.

3.1 - Geração e aplicação do vapor na indústria

No século XX, a máquina a vapor, como fornecedora de energia foi sendo substituída por:

- turbinas a vapor, para a geração de energia elétrica;
- motores de combustão interna para transporte;
- motores elétricos, para uso industrial e doméstico.

Mesmo assim, o vapor ainda hoje tem extensa aplicação industrial, nas mais diversas formas, dependendo do tipo de indústria e da região onde está instalada. O vapor produzido em um gerador de vapor pode ser usado de diversas formas tais como em processos de fabricação e beneficiamento.

Nos processos unitários de fabricação, o vapor é empregado em diversos e variados tipos de indústrias, como apresentado na Tabela 1.

TABELA 01 – Tabela demonstrativa dos tipos de indústria e finalidade da caldeira

Tipo de Indústria	Aplicação do vapor
Bebidas	Nas lavadoras de garrafas, tanques de xarope, processo de pasteurização.
Madeireiras	No cozimento de toras, secagem de tábuas ou lâminas em estufas, em prensas para compensados.
Papel	Digestores, rolos de secagem, geração de energia elétrica, cozinha industrial.
Curtume	No aquecimento de tanques de água, secagem de couros, estufas, prensas, prensas a vácuo.
Frigoríficos	Nas estufas para cozimento, nos digestores, nas prensas para extração de óleo.
Química	Nas autoclaves, nos tanques de armazenamento, nos reatores, nos vasos de pressão, nos trocadores de calor.
Laticínios	Na pasteurização, na esterilização de recipientes, na fabricação de creme de leite, no aquecimento de tanques de água, na produção de queijos, iogurtes e requeijões (fermentação).
Doces em geral	No aquecimento do tanque de glicose, no cozimento de massa em panelas sob pressão, em mesas para o preparo de massa, em estufas.
Vulcanização e recauchutagem	Na vulcanização, nas prensas.
Têxtil	Utiliza vapor no aquecimento de grandes quantidades de água para alvejar e tingir tecidos, bem como para realizar a secagem em estufas.

Petróleo e seus Derivados	Nos refervedores, nos trocadores de calor, nas torres de fracionamento e destilação, nos fornos, nos vasos de pressão, nos reatores e turbinas.
Metalúrgica	Nos banhos químicos, na secagem e pintura.
Cimento	Queima da matéria (rochas) para a fabricação de cimento e derivados,
Energia elétrica	Através de vapor é obtida nas usinas termoelétricas e outros polos industriais. Para isso, os equipamentos são compostos basicamente de um gerador de vapor superaquecido, uma turbina, um gerador elétrico e um condensador. O vapor é também utilizado para a movimentação de equipamentos rotativos, na geração de trabalhos mecânicos.

Fonte: <http://www.mill.com.br/caldeiras-qualis-empresas-precisam-e-devem-utiliza-las/>
Acesso em 19/10/2018

Além desses usos industriais, os hospitais, as indústrias de refeições, os hotéis, clubes e similares utilizam o vapor em suas lavanderias e cozinhas, saunas, piscinas e no aquecimento de ambientes.

3.2 – Definição de Caldeira

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). 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, a partir do 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 originado da queima de um combustível.

Segundo a NR 13, pelas classes de pressão, as caldeiras podem ser classificadas em três categorias conforme segue:

- a) Categoria A: Pressão de operação é superior a 1.960 kPa (19,98 kgf/cm²);
- b) 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
- c) Categoria B: Caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.

Além da classificação das caldeiras pela pressão de trabalho, existem vários outros tipos de classificação, como a classificação de acordo com o grau de automação, sendo elas caldeiras manuais, semiautomáticas, e automáticas. Com relação ao tipo de energia empregada (combustíveis): 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.

Além das classificações de caldeiras já apresentada uma muito usual no meio industrial é a classificação 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. Segundo Botelho e Bifano (2011), “as caldeiras flamotubulares são as de aquecimento mais comuns e as que servem hospitais, hotéis, lavanderias, indústria alimentícia, recauchutadoras de pneus, etc.”

As partes principais das 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 e 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 aguotubular 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), “a caldeira aguotubular exige maiores cuidados no tratamento da água do que a fogotubular”.

3.3 - 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: Evita 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.

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

- a) Falhas por superaquecimento. Estas 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.

3.4 – Riscos para a saúde

No trabalho rotineiro com caldeiras, os operadores são obrigados a executar uma série de tarefas que possuem riscos de acidentes, que podem, ainda ser agravados por condições de insegurança peculiares a cada situação. Entre esses riscos é necessário ressaltar:

3.4.1 – Choques elétricos

Os ventiladores, os queimadores e as bombas de água são os principais elementos de uma caldeira que funciona com energia elétrica. O manuseio destes equipamentos, bem como da instalação elétrica da casa da caldeira requer cuidados para que o corpo humano ou parte dele não se tornem parte de um circuito. Quando pelo menos dois pontos de uma pessoa tem contato com potenciais elétricos diferentes, há possibilidade de ocorrer à passagem de corrente elétrica, cujas consequências ocorrem em função da diferença de potencial, da intensidade da corrente, do tempo de duração e da região do corpo atingido, podendo, portanto, variar desde simples contração muscular localizada até uma parada cardíaca por eletrocussão, ou mesmo a morte instantânea. (GRIGOLO, 1998)

3.4.2 – Queimaduras

A produção de vapor sob pressão ocorre em temperaturas superiores a 100°C (temperatura de vaporização da água a pressão atmosférica). Contatos com o vapor produzem sérias queimaduras, uma vez que estarão em jogo altas temperaturas e a possibilidade de lesionar grandes superfícies do corpo.

Além das queimaduras térmicas por contato com água, vapor, óleo aquecido, tubulações desprotegidas e outros, deve-se considerar ainda o risco de queimaduras por contato com produtos cáusticos, usualmente empregados para a neutralização do pH da água da caldeira, como o hidróxido de sódio (soda) e outros produtos químicos. (GRIGOLO, 1998)

3.4.3 – Quedas

Na casa de caldeira ou nas caldeiras instaladas ao tempo, há riscos consideráveis de quedas de mesmo nível, em razão de impregnações de óleo no piso, se o local de trabalho não for constantemente limpo. As quedas de níveis diferentes, por sua vez, representam maiores perigos, considerando-se que existem caldeiras de diversos tamanhos (podendo atingir dezenas de metros de altura) e que há necessidade de acesso do operador a diversos níveis, seja para observação de visores de fornalha, de sistemas de alimentação, de válvulas entre outros. (GRIGOLO, 1998)

3.4.4 – Agentes causadores de desconforto

Do ponto de vista de ergonomia, as caldeiras que possuem câmeras de vídeo para que o operador possa observar e exercer a distância, e confortavelmente sentado à frente de um painel geral, o controle das fornalhas, do nível e dos sistemas de alimentação. Porém, há que se considerar não serem essas de modo geral, as condições mais frequentes encontradas. O Corpo de um operador de caldeira, do ponto de vista de ergonomia, é solicitado por esforços muitas vezes desordenados e excessivos, localizada ou generalizadamente: são visores de níveis mal posicionados, manômetros instalados em ângulos inadequados, válvulas emperradas e que possuem volantes exageradamente pequenos, válvulas cuja ação deve ser comandada com a observação simultânea de instrumentos de indicação instalados à distância, regulagem de chama que exigem operações interativas, etc.

A presença de ruído de baixa frequência dos queimadores e da alta frequência de vazamento de vapor, acidentais ou propositalmente promovidos por válvulas de segurança, constitui um aspecto sonoro peculiar e variável ao longo da jornada de trabalho. Existem disponíveis no mercado, silenciadores para os queimadores e para válvulas de segurança, porém suas dimensões e as condições de instalação que exigem, tem dificultado sua aceitação e seu emprego ainda não é generalizado.

Desconforto térmico nas operações de caldeira é muito frequente e de fácil constatação, porém a sobrecarga térmica para ser identificada, exige a análise de cada caso em particular, sendo necessário para tanto, não só avaliações com termômetro de globo e de bulbo úmido, como também exames médicos e acompanhamentos individuais.

Há também o risco de os operadores terem os olhos expostos à radiação infravermelha em operações de regulagem de chama e em observações prolongadas de superfícies incandescentes. (GRIGOLO, 1998)

3.4.5 – Poluição do ar provocada por caldeiras

O problema da poluição do ar causada por caldeiras está intimamente relacionado com o problema mais genérico que é o das emissões de poluentes vindos da queima de óleo combustível, biomassa, utilizados como fonte de energia. Fumaças, gases e vapores expelidos pela chaminé representam, em certas condições, riscos não só aos operadores, como também a comunidade.

Caldeiras movidas a carvão, lenha, bagaço de cana, leito fluidizado, biomassa e outras, oferecem ainda, riscos inerentes ao manuseio, armazenagem e processamento do combustível.

Uma causa comum de poluição do ar é o monóxido de carbono ou carbono livre, que resulta da relação não estequiométrica ar/combustível. A relação ideal é de 13,6 kg de ar para 1,0 kg de óleo combustível. Quando na mistura houver quantidade de ar inferior a ideal haverá a emissão de fumaça preta que se aspirada por muito tempo, provocará doenças respiratórias pulmonares. (GRIGOLO, 1998)

3.5 - 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 às altas temperaturas;
- 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 à redução da resistência do aço e aumentando o risco de explosão. Antes da ocorrência da explosão pode 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 fundamental 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.

3.5.1 – Medidas para prevenção de explosões de caldeira

Segundo GRIGOLO (1998), as principais medidas de prevenção contra explosões de caldeira antes, durante e após a operação são:

- 1 - Utilizar somente pessoal qualificado e bem treinado na operação de caldeira.
- 2 - Nunca permitir que alguém efetue qualquer operação para a qual não estiver credenciado.
- 3 - Dotar a operação de equipamentos e instrumentos que permitam ao funcionário determinar o grau de eficiência da caldeira.
- 4 - Conhecer e respeitar as normas e recomendação referente à operação, inspeção e manutenção.
- 5 - As ordens e instruções aos operadores devem ser sempre completas, clara e por escrito, procurando sempre atender ao nível técnico dos mesmos.
- 6 - Seguir rigorosamente os testes das válvulas de segurança.

7 - Assegure-se de que os sistemas automáticos de operação e segurança estejam testados e em boas condições de funcionamento.

8 - Não trabalhar no interior da caldeira sem que a ventilação tenha sido providenciada.

9 - Não exceder nunca a pressão máxima suportada pela caldeira.

10 - Se for perdida a pressão de aspiração da bomba de água, fechar a descarga de vapor antes que a pressão da caldeira caia a 85% da pressão de trabalho.

11 - Ao parar a caldeira, desligar a alimentação de combustível, antes de parar a bomba, exceto em uma emergência.

12 - Enquanto a caldeira estiver fornecendo vapor, o suprimento de água não deve ser interrompido.

13 - Deve sempre ser lembrado que uma queda de pressão de vapor sem razão aparente pode ser devida a água baixa.

14 - Se a água descer por fora do indicador de nível cortar o combustível, aliviar as válvulas de segurança, fechar a alimentação e a descarga de vapor e todas as aberturas da caldeira.

15 - Antes de remover qualquer acessório ou porta de visita sujeita a pressão, assegure-se que todos os suspiros e drenos dos tubulões e coletores estejam abertos e que, portanto, não há mais pressão dentro da caldeira.

16 - Não ficar na frente de portas de visitas quando for abri-las pela primeira vez.

17 - Inspeccionar diariamente o corpo de nível promovendo a descarga das torneiras de prova, do indicador de óleo e do próprio corpo de nível. Esta operação permite constatar se as partes responsáveis pela indicação do nível interno não estão entupidas. Às vezes ocorre que o tubo de comunicação de corpo de nível com a caldeira fica obstruído por excesso de incrustações, impedindo que se constate o nível real no interior da unidade, e o operador prossegue na operação da caldeira, em dado momento, podem ocorrer danos totais por falta de água. Quando, eventualmente, se constatar este defeito a tempo, nunca se deve injetar água imediatamente no interior da caldeira, deve-se imediatamente, apagar o fogo e esfriar a caldeira, para evitar explosões.

18 - Testar semanalmente a válvula de segurança, verificar se abre e fecha automaticamente, sem desprender vapor a pressão inferior a sua operação. No caso de vazamento anormal na válvula, é expressamente proibido adicionar pesos de segurança para estancá-lo.

- 19 - Descarregar diariamente a caldeira, conforme prescrição de tratamento de água. A descarga, de preferência, deve ser feita quando a unidade estiver esperando a baixa carga.
- 20 - Manter os vidros indicadores de nível e de aparelhos indicadores em geral, perfeitamente limpos, a fim de evitar erros de leitura. Se o vidro de nível internamente estiver embaçado, na primeira parada da caldeira deve-se limpá-lo.
- 21 - Para a caldeira que tem sensor de nível, limpar os eletrodos indicadores de nível, para o bom funcionamento do sistema de alarme acoplado ao indicador de nível.
- 22 - Evitar a aplicação de grande quantidade de produto de limpeza, de modo que possa ficar acumulado em locais sujeitos a altas temperaturas.
- 23 - Antes de fechar uma caldeira, verificar se não ficou ninguém dentro e se não foi esquecida nenhuma ferramenta.
- 24 - Limpar cuidadosamente todo o espaço em torno da caldeira. Remover qualquer resíduo de combustível.
- 25 - Não utilize lâmpadas desprotegidas dentro da caldeira. Os cabos elétricos das lâmpadas portáteis devem estar com o isolamento em bom estado e os aparelhos de iluminação devem ser do tipo estanque, sendo preferível usar lanterna portátil durante o trabalho. Dentro da caldeira não deve ter energia elétrica com mais de 24v.
- 26 - Toda instalação elétrica nos espaços que possam conter vapores inflamáveis, deve ser testada quando a existência de terra e os defeitos devem ser corrigidos antes de enviar algum homem para trabalhar na área, esses testes devem ser feitos a partir de um quadro de distribuição que esteja fora do espaço que contém vapores e os reparos devem ser feitos com o circuito desenergizada.
- 27 - Manter os extintores de incêndio carregados e em boas condições.
- 28 - Examinar e testar o sistema de abafamento com vapor (fusível). Este deve ser inspecionado anualmente, durante a limpeza do lado de fogo.
- 29 - Testar as partes retas dos tubos geradores, com uma régua, frequentemente, para ver se houve alguma deflexão.
- 30 - Nunca improvisar em termos de manutenção e operação.
- 31 - Preparar um plano de emergência, mantendo sob controle qualquer acidente, reduzindo suas consequências se não for possível preveni-los.

3.6 – Normas regulamentadoras (NRs) – 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.

3.6.1 – 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.

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 dentre outros como já exposto no texto. No caso das explosões, como já descrito elas costumam ser causadas principalmente 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.

Tabela 2: Demonstrativa de Alguns acidentes envolvendo caldeiras.

Data	Estado	Cidade	Tipo de Acidente	Tipo de Indústria	Causa do Acidente	Número de Vitimas		
						Fatais	Feridos	Intoxicação
07/10/2013	MG	Várzea do Palma	Explosão	Metalúrgica	Vazamento de gases durante processo de solda em manutenção corretiva	01	*01	02
27/02/2014	SP	Amparo	Explosão	Alimentícia	Falta de água	01	*01	-
28/01/2016	SP	Jacareí	Explosão	Bebidas	Falta de água	02	*02 03	-
18/10/2016	SC	Guaramirim	Explosão	Metalúrgica	Falha de Operação	-	*04	02
16/07/2018	RS	Taquara	Explosão	Frigorífico	Ainda não definido pela pericia	02	04	-

*** Queimaduras de 2º e 3º grau.**

Fonte: Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia>; Acesso em 20/08/2018

Disponível em <http://g1.globo.com/sc/santacatarina/noticia>; Acesso em 20/08/2018

Disponível em <http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2008/02>; Acesso em 20/08/2018

No Brasil não há controle da quantidade de caldeiras a vapor em funcionamento, e nem estudos ou estatísticas de acidentes ocorridos no país, esses são apenas alguns exemplos de ocorrências envolvendo equipamentos em constante pressão, como as caldeiras.

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.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo baseou-se em uma abordagem qualitativa e exploratória, sendo avaliadas as condições, instalações e procedimentos na operação de caldeiras, tomando-se por base os questionários de verificação, orientando-se na legislação pertinente NR 13, e na aplicação da avaliação de conhecimento aos operadores dos equipamentos.

Para o desenvolvimento deste trabalho, os passos iniciais foram o estudo bibliográfico, no sentido de buscar melhor conhecimento sobre o assunto. Conforme Gil (1994), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida por meio de material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos. Trata-se da coleta de informações que já foram transcritas pelos mais diversos autores.

Após a revisão bibliográfica foi realizada uma investigação de campo para visita e inspeção das instalações e operações de caldeira em empresas situadas em Lages-SC e região, a pesquisa foi direcionada pelo uso de dois questionários de verificação, elaborados com base na legislação aplicável ao tema. Gil (1994) afirma que a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis.

Os questionários utilizados são apresentados abaixo. O questionário 1 aborda sobre os conhecimentos específicos do operador de caldeira e o questionário 2 refere-se às instalações e equipamentos de segurança da caldeira, como já relatado, ambos os questionários foram elaborados com base na legislação vigente, a NR 13 do Ministério do Trabalho.

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO DO OPERADOR DE CALDEIRA

Setor: _____
 Cargo/Função: _____
 Exerce a função desde: _____

Questionário:

1 -Escaridade:

	1º Grau Incompleto
	1º Grau Completo (Fundamental)
	2º Grau Incompleto (Ensino Médio)
	2º Grau Completo (Ensino Médio)
	Especialização (Cursos Técnicos, etc)
	Ensino Superior Incompleto
	Ensino Superior Completo (Bacharel, Licenciatura, Tecnólogo...)

2 - Você fez o Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras antes do iniciar os trabalhos na caldeira?

Sim

Não

3 - Fez o estágio prático na caldeira após o treinamento? Por quanto tempo?

Sim

Não

4 - Frequentemente você recebe informações das condições físicas e operacionais da caldeira?

Sim

Não

Comentários:

5 - Você recebeu ou recebe informações de segurança para a realização das atividades da caldeira?

Sim

Não

6 - Quais são os principais dispositivos de segurança que a caldeira possui e para que servem?

Comentários:

7- Quais equipamentos de proteção individual você utiliza para trabalhar na caldeira?

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

9 – Como é realizado o tratamento da água da caldeira? Empresa terceiriza?

INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DA CALDEIRA

01 - O equipamento esta trabalhando abaixo da Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)?	Sim	Não
2- Constitui risco grave e iminente a falta de qualquer um dos seguintes itens:		
a) A válvula de Segurança esta em boas condições?	Sim	Não
b) A válvula de Segurança está com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a PMTA?	Sim	Não
c) O manômetro está em bom estado e funcionando?	Sim	Não
d) Existe sistema de drenagem rápida e funcionando bem?	Sim	Não
e) Sistema de indicação para controle do nível de água que evite o superaquecimento por alimentação deficiente funcionando bem?	Sim	Não
3 – CORPO DA CALDEIRA		
a) A placa de identificação da caldeira está em local visível de fácil acesso?	Sim	Não
b) Existe na placa de identificação da caldeira as informações abaixo?	Sim	Não
Nome do fabricante	Sim	Não
Número de Ordem dado pelo fabricante	Sim	Não
Ano de fabricação	Sim	Não
Pressão Máxima de Trabalho Admissível	Sim	Não
Pressão de teste hidrostático	Sim	Não
Capacidade de produção de vapor	Sim	Não
Área da superfície de aquecimento	Sim	Não
Código de projeto e ano de edição	Sim	Não
Categoria da caldeira (13. 1. 9)	Sim	Não
4- Dispõe de pelo menos duas (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas (instalada em ambiente aberto)?	Sim	Não
5-A ventilação é permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas?	Sim	Não
6-Existe acesso fácil e seguro, necessário á operação e manutenção de caldeira?	Sim	Não
7-Existe sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora de área de operação?	Sim	Não
8- Existe iluminação conforme as normas vigentes e iluminação de emergência?	Sim	Não

9- Existe manual de operação da caldeira?	Sim	Não
10- O operador esta continuamente no seu posto de trabalho	Sim	Não
11- Os operadores de caldeira possuem certificado de treinamento de segurança na operação de caldeiras?	Sim	Não
12- Estágio prático	Sim	Não
13- Existe relatório de inspeção, emitido pelo profissional habilitado? Sim Não	Sim	Não
14- Existe prontuário de inspeção, emitido pelo profissional habilitado? Sim Não	Sim	Não
15- Existe sinalização de segurança, conforme NR-26?	Sim	Não
16- Existe proteção contra incêndio, conforme NR-23?	Sim	Não
17- Existe atendimento a NR- 20, líquidos combustíveis e inflamáveis?	Sim	Não
18 – Já aconteceu algum acidente em relação a caldeira, falta de água, dilatação, superaquecimento,	Sim	Não

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa do estudo serão apresentados, analisados e discutidos os dados obtidos nos questionários, avaliação de conhecimento dos profissionais e categorização dos equipamentos. Os questionários foram aplicados aos responsáveis e operadores e a avaliação consistiu em verificar o conhecimento dos mesmos em relação aos riscos que a atividade oferece.

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

5.1 – Empresa 1

A empresa 01 está localizada em Lages-SC, e a caldeira é utilizada para a geração de vapor para aquecer prensas e autoclaves em processo de recapagem e vulcanização de pneus. A caldeira funciona 10 horas por dia com início às 08 horas da manhã e término às 18 horas de segunda a sexta-feira. Possui um operador, o equipamento opera com 60% de sua capacidade, e utiliza biomassa como combustível e a alimentação é realizada manualmente.

Tabela 3: Dados e Identificação da caldeira utilizada

IDENTIFICAÇÃO DA CALDEIRA	
Marca	Rohden
Modelo	8N15
Classificação da Caldeira	Flamotubular
Categoria	B
Data de Fabricação	Outubro de 1993
Produção de Vapor	1500Kg/h
Pressão de Trabalho	10KgF/cm ²
Pressão de Prova	15KgF/cm ²
Superfície de troca térmica	78,5m ²
Capacidade Calorífica	937.500Kcal/h

Tabela 4: Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira

Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira			
	Itens avaliados	C	NC
	1 - Profissional possui escolaridade no nível de segundo grau completo		X
	2 – Possui treinamento para operação de caldeira	X	
	3 – Realizou estágio pratico na operação de caldeira	X	

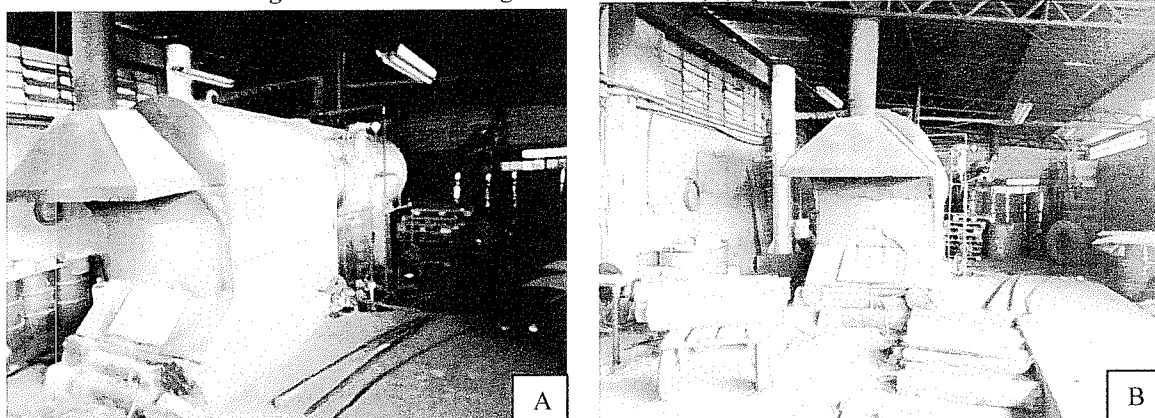
OPERADOR CALDEIRA	4 – Realizou treinamento de segurança na operação de caldeiras antes de iniciar o trabalho		X
	5 - Receber informações das condições físicas e operacionais da caldeira e dicas de segurança para a realização das atividades;		X
	6 – Conhecimento dos principais dispositivos de segurança	X	
	7 – Uso dos materiais de segurança (EPIs)	X	
	8 - Com relação aos riscos que a atividade oferece foram relatados superficialmente como riscos calor, ruído, queimaduras, explosão, quedas.	X	
	Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13		
Conclusão: Com base nas respostas aplicadas observa-se que as conformidades relacionadas ao operador cumpre-se 62,5%, as não conformidades estão em 37,5%.			

Tabela 5 – Resultados da Avaliação Realizada no Prédio de Caldeira

Resultado da Pesquisa Realizada Na Casa de Caldeira		C	NC
Caldeira e Prédio de Caldeira	Itens Avaliados		
	01 - O equipamento esta trabalhando abaixo da Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)?	X	
	02 – Dispositivos de Segurança (Válvulas, manômetro, visor de nível, sistema de drenagem)	X	
	3 - Corpo da caldeira afixada placa de identificação	X	
	4 - Saída de Emergência	X	
	5 - Ventilação permanente com entrada de ar, sem obstrução	X	
	6 -Sistema de captação dos gases e material particulado		X
	7 - Acesso fácil e rápido para manutenção da caldeira	X	
	8 - Escada de acesso para sub solo da caldeira possui guarda corpo		X
	9 – Existe Manual de Operação caldeira		X
	10 – Operador permanece continuamente em seu posto trabalho		X
	11 – Possui curso de treinamento e estagio na operação caldeira	X	
	12 – Caldeira possui relatório de inspeção emitido por profissional habilitado	X	
	13 – Caldeira possui prontuário de inspeção emitido por profissional habilitado	X	
	14 - Existe sinalização de segurança conforme NR 26		X
	15 – Ocorreu Acidentes com a caldeira sendo falta de água, dilatação, superaquecimento	X	
	16 - Não possui procedimentos para situações de emergências		X
17 – Treinamento de reciclagem na operação caldeira		X	
	Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13		
Conclusão: 59% dos itens pesquisados estão em conformidade com a NR 13 e 41% não esta conforme			

Registro Fotográfico:

Figura 1A e 1B: Vista geral da caldeira (A); prédio de caldeira (B)



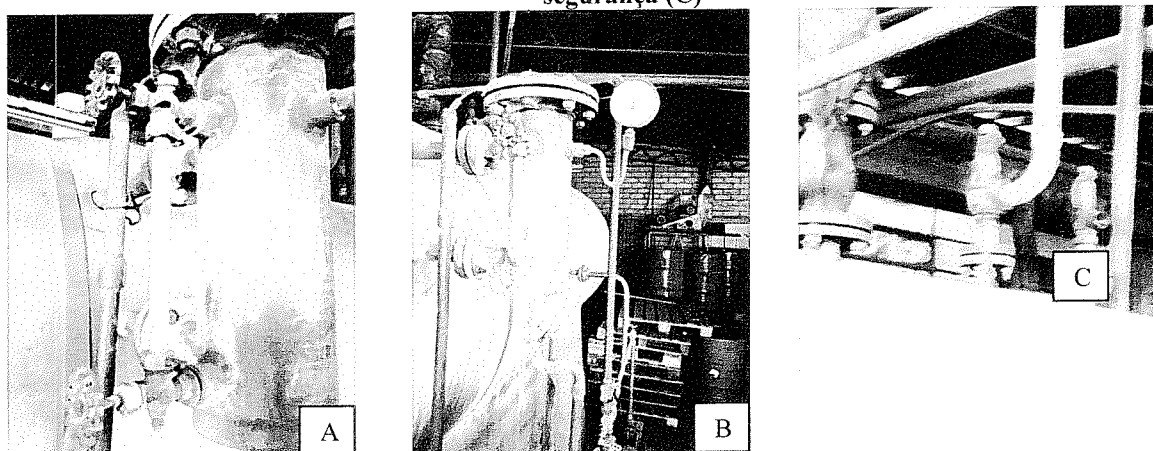
Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 2: Placa de Identificação da Caldeira



Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 3A, 3B e 3C: Visor de nível d'água(A), manômetro de pressão e nível d'água(B), válvula de segurança (C)



Elaborado pelo autor, 2018.

De acordo com os resultados dos questionários aplicados verificou-se que nesta empresa há o atendimento (a NR 06) quanto ao uso de EPIs e 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). O operador demonstrou ter conhecimento dos riscos da operação do equipamento, as áreas destinadas à saída do prédio de caldeira são amplas e desobstruídas, possuem iluminação e ventilação adequadas. A caldeira conta com dispositivos de segurança, como a válvula de segurança, manômetro e sensor de nível, possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas vigentes, Segundo informações do responsável pela empresa, há um Engenheiro Mecânico que anualmente faz a inspeção da caldeira e emite um relatório técnico com indicação da manutenção a ser realizada, a empresa apresentou-me o relatório técnico do engenheiro, mas infelizmente não foi permitido que fosse efetuada cópia ou tirada fotos.

Porém há alguns itens a ser implementado, tais como a realização do curso de reciclagem anual do operador, tentar com o fabricante o levantamento da ficha técnica do equipamento ou manual de operações, implantar sistema de iluminação de emergência, adequar a situação que operador não permanece tempo integral na caldeira, pois ele realiza duas atividades simultâneas.

5.2 – Empresa 2

A empresa 02 está localizada em Lages-SC, e a caldeira é utilizada para gerar vapor, o qual será utilizado para cozimento de toras, laminação de toras em torno de laminador e realizar o aquecimento das prensas para a colagem de madeira. Esta caldeira opera 24 horas por dia, 07 dias da semana, possui quatro operadores, opera com 99,9% da sua capacidade, utiliza como combustível a biomassa que são os resíduos resultantes do processo produtivo. O sistema de abastecimento é automatizado com esteira alimentadora até a boca da fornalha e o sistema de tratamento da água é automatizado.

Tabela 6: Dados e Identificação da caldeira utilizada

IDENTIFICAÇÃO DA CALDEIRA	
Marca	CTA Máquinas e equipamentos Industriais Ltda.
Modelo	CAF – GF 5000
Classificação da Caldeira	Aquotubular horizontal
Categoria	B
Data de Fabricação	Abril de 2014
Produção de Vapor	5000Kgv/h
Pressão de Trabalho	12,6Kgf/cm ²
Pressão de Prova	18,9Kgf/cm ²
Superfície de troca térmica	227,2m ²
Capacidade Calorífica	3.315.000Kcal/h

Tabela 7: Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira

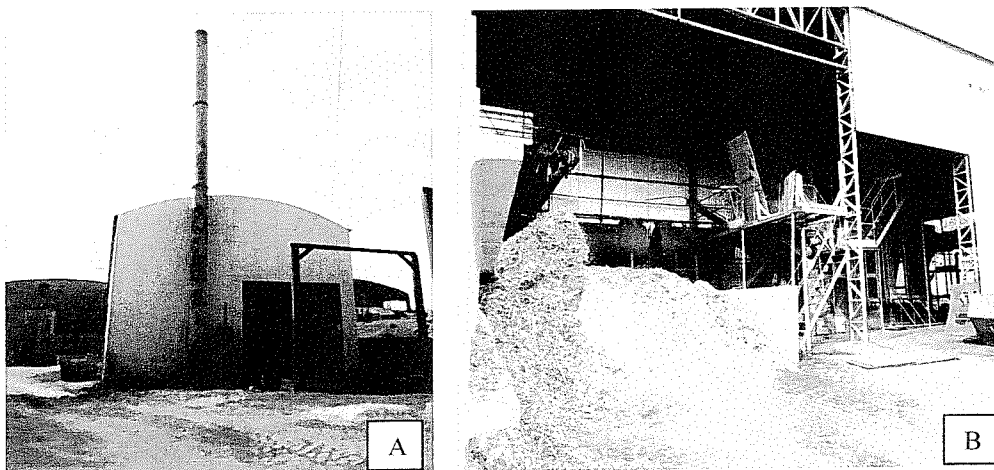
Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira			
	Itens avaliados	C	NC
OPERADOR CALDEIRA	1 - Profissional possui escolaridade no nível de segundo grau completo	X	
	2 – Possui treinamento para operação de caldeira	X	
	3 – Realizou estágio pratico na operação de caldeira	X	
	4 – Realizou treinamento de segurança na operação de caldeiras antes de iniciar o trabalho	X	
	5 - Receber informações das condições físicas e operacionais da caldeira e dicas de segurança para a realização das atividades;		X
	6 – Conhecimento dos principais dispositivos de segurança	X	
	7 – Uso dos materiais de segurança (EPIs)	X	
	8 - Com relação aos riscos que a atividade oferece foram relatados superficialmente como riscos calor, ruído, queimaduras, explosão, quedas.	X	
	Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13		
Conclusão: Com base nas respostas aplicadas observa-se que as conformidades relacionadas ao operador cumpre-se 87,5%, as não conformidades estão em 12,5%.			

Tabela 8: Resultados da Avaliação Realizada no Prédio de Caldeira

Resultado da Pesquisa Realizada Na Casa de Caldeira		C	NC
Caldeira e Prédio de Caldeira	Itens Avaliados		
	01 - O equipamento esta trabalhando abaixo da Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)?		X
	02 - Dispositivos de Segurança (Válvulas, manômetro, visor de nível, sistema de drenagem)	X	
	3 - Corpo da caldeira afixada placa de identificação	X	
	4 - Saída de Emergência	X	
	5 - Ventilação permanente com entrada de ar, sem obstrução	X	
	6 - Sistema de captação dos gases e material particulado	X	
	7 - Acesso fácil e rápido para manutenção da caldeira	X	
	8 - Escada de acesso para sub solo da caldeira possui guarda corpo	X	
	9 - Existe manual de operação da caldeira	X	
	10 - Operador permanece continuamente em seu posto trabalho	X	
	11 - Possui curso de treinamento e estagio na operação caldeira	X	
	12 - Caldeira possui relatório de inspeção emitido por profissional habilitado	X	
	13 - Caldeira possui prontuário de inspeção emitido por profissional habilitado	X	
	14 - Existe equipamentos prevenção de incêndio conforme NR 23	X	
	15 - Existe sinalização de segurança conforme NR 26		X
	16 - Ocorreu Acidentes com a caldeira sendo falta de água, dilatação, superaquecimento	X	
	17 - Não possui procedimentos para situações de emergências		X
18 - Treinamento de reciclagem na operação caldeira	X		
Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13			
Conclusão: 84% dos itens pesquisados estão em conformidade com a NR 13 e 16% não estão conforme			

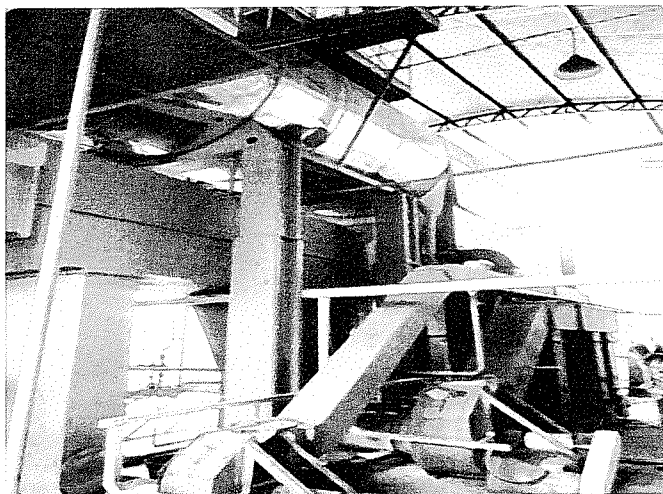
Registro Fotográfico:

Figura 4A e 4B: Vista geral do prédio da caldeira (A), Vista do depósito de material combustível (B)



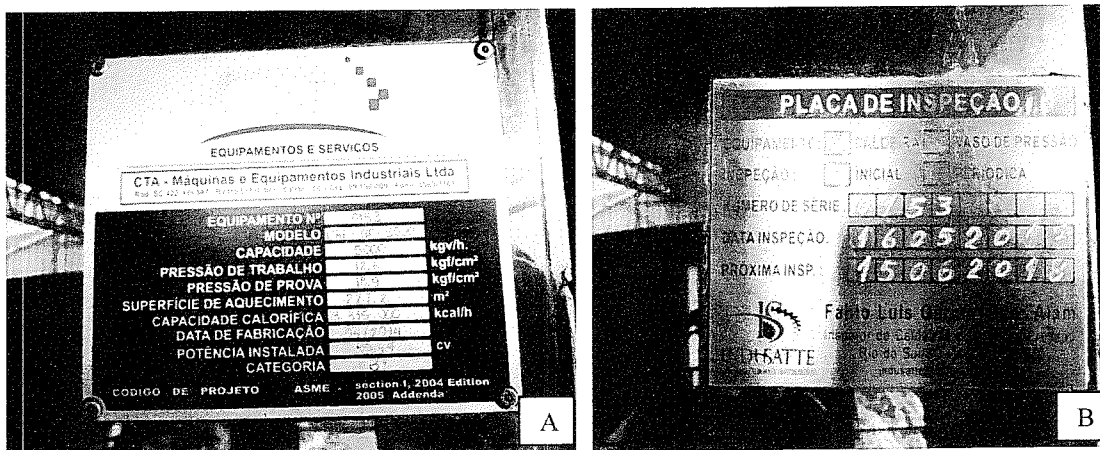
Elaborado pelo autor, 2018.

Figura5: Vista Geral da Caldeira



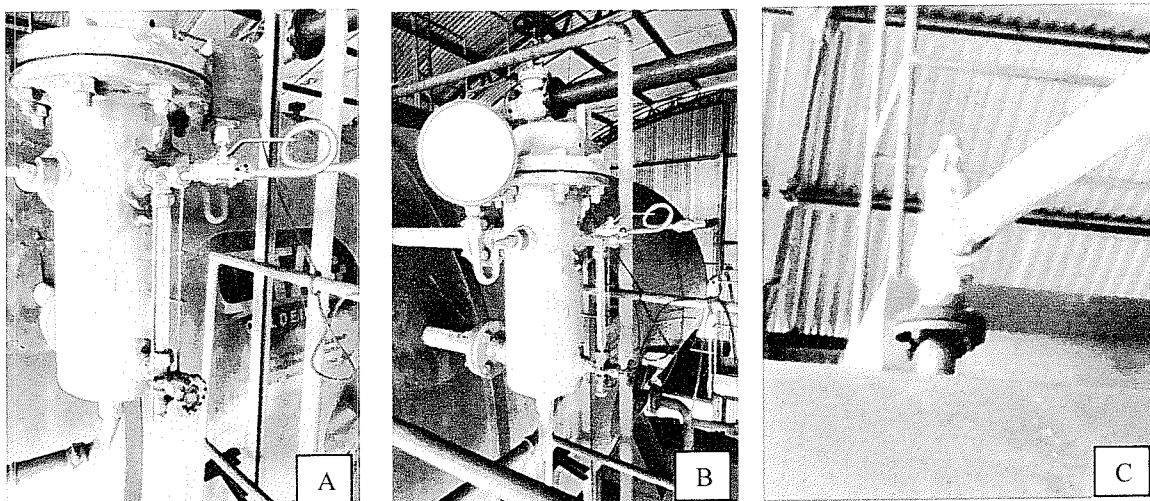
Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 6A e 6B: Placa de identificação da Caldeira (A), Placa de registro de inspeção(B)



Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 7A, 7B e 7C: Visor de nível d’água (A), manômetro de pressão e nível d’água (B), válvula de segurança (C)



Elaborado pelo autor, 2018.

De acordo com os resultados dos questionários aplicados verificou-se que nesta empresa há o atendimento (a NR 06) quanto ao uso de EPIs e 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). Os operadores demonstraram ter conhecimento dos riscos da operação do equipamento, dos riscos ambientais, conhecem bem as áreas destinadas à saída do prédio de caldeira que é ampla e desobstruída com iluminação e ventilação adequadas. A caldeira conta com dispositivos de segurança, como a válvula de segurança, manômetro e sensor de nível, possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas vigentes, Segundo informações do responsável pela empresa, há um Engenheiro Mecânico que anualmente faz a inspeção da caldeira e emite um relatório técnico com indicação da manutenção a ser realizada, a empresa apresentou-me o relatório técnico do engenheiro, mas infelizmente não foi permitido que fosse efetuada cópia ou tirada fotos.

Porém há alguns itens a serem implementados tais como: O ponto crítico observado neste equipamento é que ele esta operando praticamente no limite de sua capacidade que é de $12,6\text{Kgf/cm}^2$ e vem operando em torno de 12Kgf/cm^2 em 24hs por dia 07 dias da semana, isto torna-se uma situação de extremo risco. Também foi observado que não há aplicação da NR 26 quanto a sinalização de segurança no setor, o gerente da empresa informou que esta sendo concluído os procedimentos operacionais de Operação e inspeção de segurança que deverá ser realizado pelo operador, informou também que está em estudo a aquisição de uma caldeira com maior capacidade de produção.

5.3 – Empresa 3

A empresa 03 está localizada em Lages-SC, e a caldeira é utilizada para geração de vapor para aquecer saunas, piscinas térmicas e chuveiros. Opera 10 horas por dia, 06 dias da semana e possui um operador. A caldeira opera com 70% da sua capacidade, utiliza como combustível biomassa, o sistema de abastecimento é manual, sendo que o operador utiliza carrinho de mão para o transporte dos resíduos de madeira até a boca da fornalha e o sistema de tratamento da água é manual, sendo realizado uma vez por semana.

Tabela 9: Dados e Identificação da caldeira utilizada

IDENTIFICAÇÃO DA CALDEIRA	
Marca	Mernak S.A
Modelo	2536
Classificação da Caldeira	Flamotubular vertical
Categoria	B
Data de Fabricação	1983
Produção de Vapor	486Kh/h
Pressão de Trabalho	8 Kgf/cm ²
Pressão de Prova	14Kgf/cm ²
Superfície de troca térmica	30m ²
Capacidade Calorífica	317.900 Kcal/h

Tabela 10: Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira

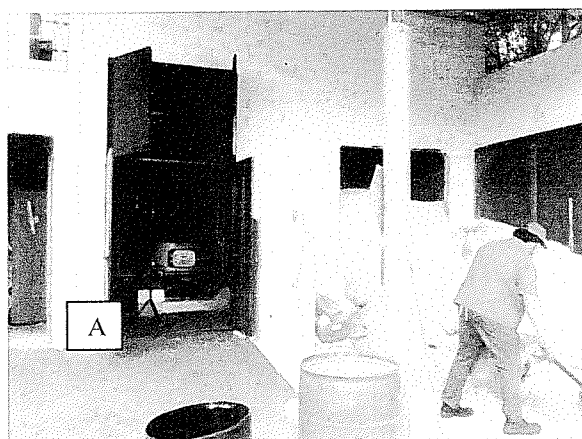
Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira			
OPERADOR CALDEIRA	Itens avaliados	C	NC
	1 - Profissional possui escolaridade no nível de segundo grau completo		X
	2 - Possui treinamento para operação de caldeira	X	
	3 - Realizou estágio prático na operação de caldeira	X	
	4 - Realizou treinamento de segurança na operação de caldeiras antes de iniciar o trabalho	X	
	5 - Receber informações das condições físicas e operacionais da caldeira e dicas de segurança para a realização das atividades;		X
	6 - Conhecimento dos principais dispositivos de segurança	X	
	7 - Uso dos materiais de segurança (EPIs)	X	
	8 - Com relação aos riscos que a atividade oferece foram relatados superficialmente como riscos calor, ruído, queimaduras, explosão, quedas.	X	
Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13			
Conclusão: Com base nas respostas aplicadas observa-se que as conformidades relacionadas ao operador cumpre-se 75% , as não conformidades estão em 25% .			

Tabela 11: Resultados da Avaliação Realizada no Prédio de Caldeira

Resultado da Pesquisa Realizada Na Casa de Caldeira		C	NC
Caldeira e Prédio de Caldeira	Itens Avaliados		
	01 - O equipamento esta trabalhando abaixo da Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)?	X	
	02 - Dispositivos de Segurança (Válvulas, manômetro, visor de nível, sistema de drenagem)	X	
	3 - Corpo da caldeira afixada placa de identificação	X	
	4 - Saída de Emergência	X	
	5 - Ventilação permanente com entrada de ar, sem obstrução	X	
	6 - Sistema de captação dos gases e material particulado		X
	7 - Acesso fácil e rápido para manutenção da caldeira	X	
	8 - Escada de acesso para sub solo da caldeira possui guarda corpo	X	
	9 - Existe Manual de Operação caldeira		X
	10 - Operador permanece continuamente em seu posto trabalho	X	
	11 - Possui curso de treinamento e estagio na operação caldeira	X	
	12 - Caldeira possui relatório de inspeção emitido por profissional habilitado		X
	13 - Caldeira possui prontuário de inspeção emitido por profissional habilitado		X
	14 - Existe equipamentos prevenção de incêndio conforme NR 23	X	
	15 - Existe sinalização de segurança conforme NR 26		X
	16 - Ocorreu Acidentes com a caldeira sendo falta de água, dilatação, superaquecimento	X	
	17 - Não possui procedimentos para situações de emergências		X
18 - Treinamento de reciclagem na operação caldeira		X	
Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13			
* A empresa possui somente a ART emitida pelo Engenheiro Mecânico. Conclusão: 61% dos itens pesquisados estão em conformidade com a NR 13e 39% não estão conforme			

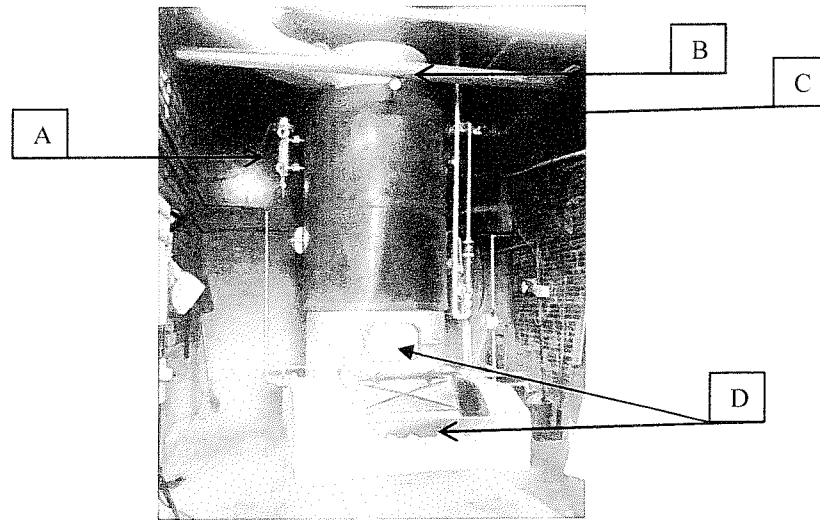
Registro Fotográfico:

Figura 8A vista geral do prédio da caldeira e depósito de materiais



Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 9A, 9B, 9C, 9D: Visor de nível, manômetro de pressão, válvula de segurança, Boca da fornalha para abastecimento manual



Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 10: Placa de Identificação da caldeira



Elaborado pelo autor, 2018.

De acordo com os resultados dos questionários aplicados verificou-se que nesta empresa há o atendimento (a NR 06) quanto ao uso de EPIs e 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). O operador demonstrou ter conhecimento dos riscos da operação do equipamento, as áreas destinadas a saída do prédio de caldeira é ampla e desobstruída, possui iluminação e ventilação adequadas, A caldeira conta com dispositivos de segurança, como a válvula de segurança, manômetro e sensor de nível, possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas vigentes, Segundo informações do responsável pela empresa, há um Engenheiro Mecânico que anualmente faz a inspeção da caldeira, foi solicitado

o laudo de inspeção e só foi apresentado a ART do engenheiro, o equipamento não possui livro de inspeção, relatório técnico de inspeção, tampouco registro das manutenções corretivas realizadas

Porém há alguns itens a serem implementados tais como, a realização do curso de reciclagem anual do operador, tentar com o fabricante o levantamento da ficha técnica do equipamento ou manual de operações, pois não há na empresa nenhum documento técnico do equipamento, substituir o visor de nível de água pois está totalmente encoberto de sujeira e está com tom amarelado devido a incidência de fumaça dificultando assim a visualização, Há deficiência na manutenção preventiva, existindo apenas a corretiva. Não possui manual de operação que deveria ser de fácil acesso aos operadores, não há por escrito procedimentos para situações de emergências

5.4 – Empresa 4

A empresa 04 está localizada em Otacílio Costa SC, e a caldeira gera vapor para aquecer estufa de cozimento de toras para laminação em torno de laminas. A caldeira opera 16 horas por dia, 06 dias da semana e possui dois operadores. Opera em média com 80% da sua capacidade, utiliza como combustível biomassa, que são os resíduos resultantes do processo produtivo, o sistema de abastecimento é automatizado com esteira alimentadora até a boca da fornalha e o sistema de tratamento da água é automatizado.

Tabela 12: Dados e Identificação da caldeira utilizada

IDENTIFICAÇÃO DA CALDEIRA	
Marca	Secmac
Modelo	C/016.010.0503
Classificação da Caldeira	Aquotubular horizontal
Categoria	B
Data de Fabricação	Maior de 2003
Produção de Vapor	4.000Kh/h
Pressão de Trabalho	10 Kgf/cm ²
Pressão de Prova	15Kgf/cm ²
Superfície de troca térmica	184m ²
Capacidade Calorífica	2.552.000 Kcal/h

Tabela 13: Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira

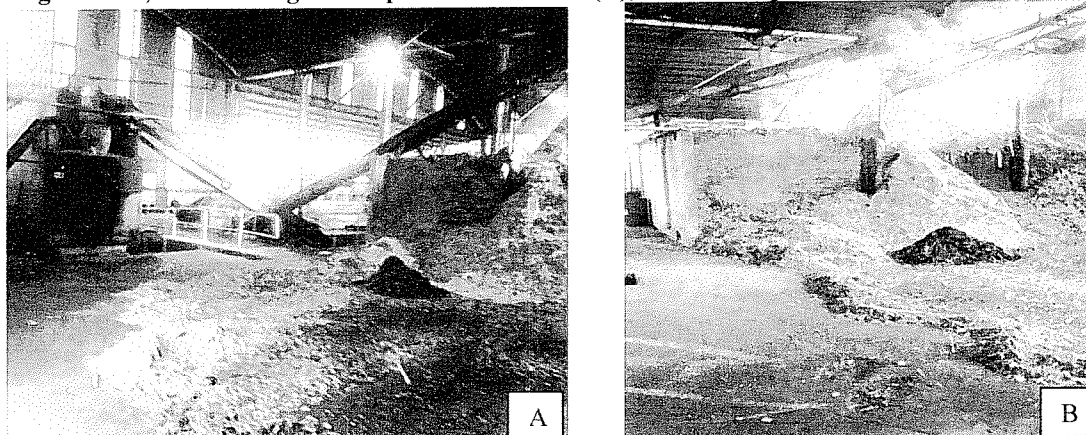
Resultado da Pesquisa de conhecimento Realizada com Operador da Caldeira			
OPERADOR CALDEIRA	Itens avaliados	C	NC
	1 - Profissional possui escolaridade no nível de segundo grau completo	X	
	2 - Possui treinamento para operação de caldeira	X	
	3 - Realizou estágio pratico na operação de caldeira	X	
	4 - Realizou treinamento de segurança na operação de caldeiras antes de iniciar o trabalho	X	
	5 - Receber informações das condições físicas e operacionais da caldeira e dicas de segurança para a realização das atividades;	X	
	6 - Conhecimento dos principais dispositivos de segurança	X	
	7 - Uso dos materiais de segurança (EPIS)	X	
	8 - Com relação aos riscos que a atividade oferece foram relatados superficialmente como riscos calor, ruído, queimaduras, explosão, queda	X	
Legenda: C: Em conformidade com a NR 13 NC: Não conformidade com a NR 13			
Conclusão: Com base nas respostas aplicadas observa-se que as conformidades relacionadas ao operador cumpre-se 100%, as não conformidades estão em 0%.			

Tabela 14: Resultados da Avaliação Realizada no Prédio de Caldeira

Resultado da Pesquisa Realizada Na Casa de Caldeira			
Caldeira e Prédio de Caldeira	Itens Avaliados	C	NC
	01 - O equipamento esta trabalhando abaixo da Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)?	X	
	02 - Dispositivos de Segurança (Válvulas, manômetro, visor de nível, sistema de drenagem)	X	
	3 - Corpo da caldeira afixada placa de identificação	X	
	4 - Saída de Emergência	X	
	5 - Ventilação permanente com entrada de ar, sem obstrução	X	
	6 - Sistema de captação dos gases e material particulado	X	
	7 - Acesso fácil e rápido para manutenção da caldeira	X	
	8 - Escada de acesso para sub solo da caldeira possui guarda corpo		X
	9 - Existe Manual de Operação caldeira		X
	10 - Operador permanece continuamente em seu posto trabalho	X	
	11 - Possui curso de treinamento e estagio na operação caldeira	X	
	12 - Caldeira possui relatório de inspeção emitido por profissional habilitado	X	
	13 - Caldeira possui prontuário de inspeção emitido por profissional habilitado	X	
	14 - Existe equipamentos prevenção de incêndio conforme NR 23	X	
	15 - Existe sinalização de segurança conforme NR 26		X
	16 - Ocorreu Acidentes com a caldeira sendo falta de água, dilatação, superaquecimento	X	
	17 - Não possui procedimentos para situações de emergências	X	
	18 - Treinamento de reciclagem na operação caldeira	X	
Legenda: C: Em conformidade com a NR 13; NC: Não conformidade com a NR 13			
Conclusão: 84% dos itens pesquisados estão em conformidade com a NR 13 e 16% não conforme.			

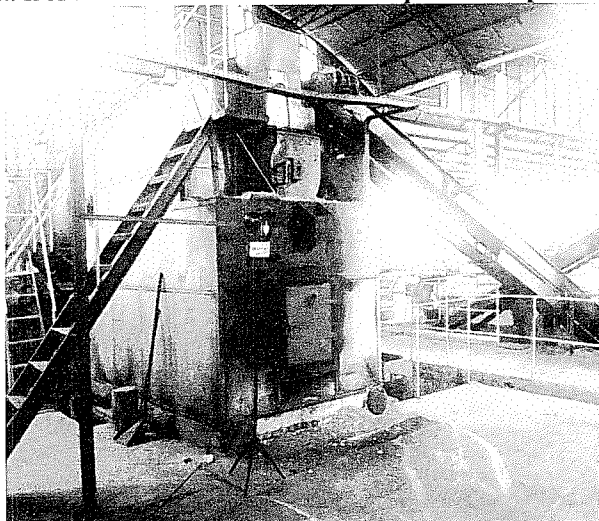
Registro Fotográfico:

Figura 11A; 11B: Vista geral do prédio de caldeira(A), Vista do depósito de material combustível



Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 12: Vista frontal da caldeira e esteira transportadora para abastecimento



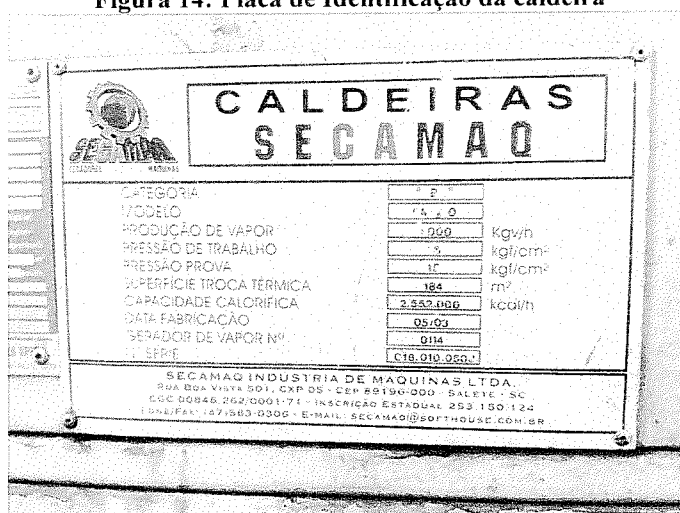
Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 13: Placa de inspeção da caldeira

SECA S/A IND. COM. DE MÁQUINAS LTDA.	
CATEGORIA: CALDEIRA	
Modelo	1000
Pressão de Trabalho	10 kg/cm²
Pressão de Prova	15 kg/cm²
Capacidade	1000 kg/h
Data de Fabricação	10/10/18
Nº de Série	1000
SECA S/A RUA BOA VISTA, 1000 CEP: 13064-000	

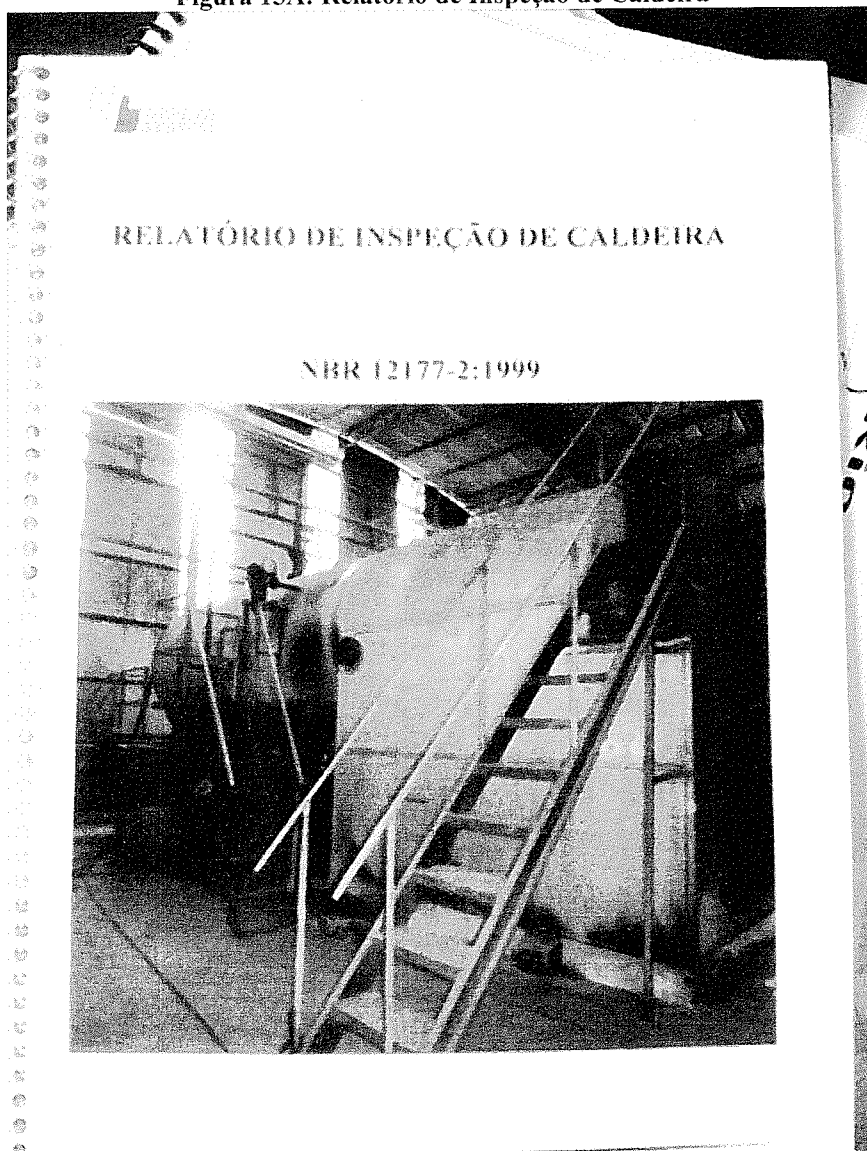
Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 14: Placa de Identificação da caldeira




Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 15A: Relatório de Inspeção de Caldeira



Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 16B: Relatório de inspeção de caldeira



C.1. Dados Preliminares

C.1.1. Tipo de inspeção de segurada
 inicial periódica extraordinária

C.1.2. Data

Iniciada em: 20/08/2015 às 13 horas e 45 minutos
 Concluída em: 17/09/2015 às 16 horas e 40 minutos

C.1.3. Realizada pelo profissional habilitado: Hélio Eidi Sugiura Uoishi

C.1.4. Característica da caldeira

C.1.4.1. Identificação

Marca: SECAMAQ
 Ano de fabricação: 05/2003
 Modelo/ N. Série: X / 016.010.0503
 Capacidade: 4.000 kg vapor/hora
 Fabricante: Secamaq
 PMTA: 10,0 kgf/cm²

C.1.4.2. Categoria (conforme a NR-13): B

C.1.4.3. Localização

Empresa:

Endereço:

Cidade: Otacilio Costa Estado: SC

Confere com o prontuário sim não

C.2. Resultados da inspeção

C.2.1. Exame do Prontuário e registro de segurança:

O Prontuário e o registro de segurança foram encontrados completos e em dia?
 sim não

Elaborado pelo autor, 2018.

De acordo com os resultados dos questionários aplicados verificou-se que nesta empresa há o atendimento (a NR 06) quanto ao uso de EPIs e 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). Os operadores demonstraram ter conhecimento dos riscos da operação do equipamento, dos riscos ambientais, conhecem bem as áreas destinadas à saída do prédio de caldeira que é ampla e desobstruída com iluminação e ventilação adequadas. A caldeira conta com dispositivos de segurança, como a válvula de segurança, manômetro e sensor de nível, possui sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas vigentes, Segundo informações do responsável pela empresa, há um Engenheiro Mecânico que anualmente faz a inspeção da caldeira e emite um relatório técnico com indicação da manutenção a ser realizada, a empresa apresentou-me o relatório técnico do engenheiro, permitindo efetuar algumas fotos para registro. A empresa possui livro de registro de manutenção corretiva que é realizada pelos próprios mecânicos da empresa, em casos mais específicos é solicitada a presença do engenheiro responsável.

Porém há alguns itens a serem implementados tais como: O ponto crítico observado foi o acúmulo e excesso de resíduos de madeira aos redor e nas proximidades da caldeira, foi verificado também a não há aplicação da NR 26 quanto a sinalização de segurança no setor, o gerente da empresa informou que não há procedimentos operacionais de operação e inspeção de segurança, comentou que gostou da ideia e irá fazer uma reunião com o gerente de produção e o técnico de segurança para a implantação dos procedimentos de segurança por escrito.

5.5 – Análise e discussão de todos os resultados obtidos

Abaixo são apresentadas duas tabelas, nas quais são apresentados todos os dados obtidos para as quatro empresas visitadas no presente estudo.

No estudo proposto pôde-se observar que todas as empresas apresentaram não conformidades de acordo com a NR 13 do Ministério do Trabalho. Também foi possível verificar que nem todos os 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.

Tabela 15: Resultado do Estudo de Campo

Itens Analisados no Questionário 1 - Aplicado ao Operador de Caldeira	Caldeira 1	Caldeira 2	Caldeira 3	Caldeira 4
Conformidades	62,5 %	87,5%	75%	100%
Não Conformidades	37,5%	12,5%	25%	-
Itens Analisados no Questionário 2 Aplicado a Caldeira e Prédio Caldeira				
Conformidades	59%	84%	61%	84%
Não Conformidades	41%	16%	39%	16%

Tabela 16: Quadro Resumo da Pesquisa de Campo

Itens Analisados	Caldeira 01	Caldeira 02	Caldeira 03	Caldeira 4
Uso de EPI's	C	C	C	C
Operador possui certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras, ou experiência mínima de 03 anos.	C	C	C	C
O operador recebe anualmente treinamento/capacitação.	NC	C	NC	C
Dispõe de 2 (duas) saídas amplas, desobstruídas e em direções distintas.	C	C	NC	C
Iluminação conforme normas vigentes.	C	C	C	C
Iluminação de emergência caso operar a noite.	C	C	NC	NC
Placa com identificações da caldeira	C	C	C	C
Caldeira instalada com afastamento mínimo de 03 (três) metros de outras instalações	C	C	NC	C
Acesso fácil e seguro, necessário a operação e manutenção da caldeira.	C	C	C	C
Possui registro de segurança, livro próprio com pag. numeradas, datadas e assinadas.	NC	C	NC	C
Manual e livro de registro disponível e de fácil acesso aos funcionários e operadores	NC	NC	NC	C

C = Conforme NC = Não Conforme

As principais não conformidades observadas, de maneira geral, estão associadas à falta de controle e disponibilização da documentação, a indisponibilidade de manuais e procedimentos padrão para os operadores, necessidade de manutenções preventivas e corretivas e a falta de capacitações e treinamentos de reciclagem.

Um fato apurado de extrema gravidade durante as entrevistas que chamou a atenção foi na empresa número 3, quando solicitados o livro de manutenção e relatório de inspeção

ninguém sabia do que se tratava, para a empresa estava tudo correto, pois possuía uma ART de vistoria, porém quando questionado o Engenheiro responsável este afirmou que não sabia o que era o relatório de inspeção.

Os resultados foram positivos e surpreendentes, tendo em vista as diversas necessidades observadas. Notou-se claramente que as instituições pesquisadas possuem preocupações com as caldeiras, embora somente a empresa número 4 possua um departamento de segurança no trabalho que realiza as inspeções diárias, as demais instituições pesquisadas não estão obrigadas a constituir um SESMT, desta forma a monitoração diária e contínua da caldeira esta exclusivamente nas mãos do operador,

As principais não conformidades observadas, de maneira geral, estão associadas à falta de controle e disponibilização da documentação, a indisponibilidade de manuais e procedimentos padrão para os operadores, falta de comunicação, procedimentos e treinamento em casos de emergência, em todos os casos analisados não há cronograma de manutenções preventivas, em andamento somente as corretivas, foi observada a falta de capacitações e treinamentos de reciclagem.

Há o cumprimento por parte de todas as empresas pesquisadas sobre a entrega e obrigatoriedade do uso dos EPIs, também foi constatado que todos os operadores conhecem de forma parcial aos principais riscos a que estão expostos. Em termos gerais, pôde-se observar que existe certa resistência por parte dos empresários em se adequar às normas visando à segurança e saúde dos trabalhadores, nas empresas pesquisadas todos alegaram o alto custo em capacitação, ou por não ter quem substitua.

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 necessária, 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 – CONCLUSÃO

Nas empresas abordadas neste estudo e certamente nas diversas existentes mundo a fora, o principal fator resultante nesta problemática da efetiva segurança no trabalho, esta relacionada com a falta de atenção às regulamentações legais e a dificuldade ou falta de investimento aplicáveis em medidas de prevenção. Em segundo plano é evidente a necessidade de uma fiscalização mais rígida por parte dos órgãos competentes. Infelizmente a obrigatoriedade do cumprimento das legislações ainda não é vista como fator principal, mas sim como investimento sem retorno.

Conclui-se que este trabalho obteve importantes informações e tenha cumprido os objetivos propostos, é importante destacar as limitações desta pesquisa que podem influenciar a possibilidade de sua utilização como referencia para generalização. Duas das quatro unidades estudada possui características comuns, as demais unidades pode-se compartilhar métodos, processos e equipamentos.

O método de estudo aplicado ao trabalho pode ser utilizado nas demais unidades similares por serem itens necessários e obrigatórios para a minimização dos riscos na operação.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIDENTES com Explosão de Caldeiras no Brasil. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia>>; Acesso em: 20 ago. 2018. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santacatarina/noticia>>; Acesso em: 20 ago. 2018. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2008/02>>; Acesso em: 20 ago. 2018.

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: 03 mar. 2018

AS 7 Principais Causas de Explosão em Caldeiras, O risco de explosão de uma caldeira pode vir a ocorrer quando o aço ... queimadores mal posicionados, incrustações, operação em marcha ... disponível em: < blog.inbep.com.br/7-principais-causas-explosao-caldeiras/ 29 de mar de 2018>. Acesso em: 20 abr. 2018.

Beux, Giovana. **Monografia Caldeira, Avaliação das condições de segurança na operação de caldeiras a vapor.** 2014. 59fls. Monografia (Especialização ...). Disponível em: <repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/.../1/CT_CEEEST_XXVI_2014_24.pdf. acesso em: 03 mar. 2018

BRASIL. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 – Norma Regulamentadora nº13. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1995. Ministério do Trabalho. **Caldeiras e Vasos de Pressão.** Disponível em <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariante-594-2014.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2017

BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Norma Regulamentadora nº13. Brasília, Diário Oficial da República Federativa Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariante-594-2014.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2017

BREMER, H. **Manual de Instalação e Operação de Caldeiras.** Rio do Sul. 1997

CALDEIRAS, Vasos, Perigo sob Pressão. Revista Proteção, dezembro de 1995, paginas 33 a 45.

CAMPOS, Márcia A de. Estudo das instalações e operação de caldeira e vasos de pressão de uma instituição hospitalar, sob análise da nr 13. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Curso de Pós-Graduação Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/825/M%C3%A1rcia%20Aparecida%20de%20Campos.pdf?sequence=1>> Acesso em: 30 nov. 2017.

Consulta Site internet:
<<http://www.mill.com.br/caldeiras-quais-empresas-precisam-e-devem-utiliza-las/>>. Acesso em: 19 out. 2018

Consulta Site internet:

http://www.pipesystem.com.br/Artigos_Tecnicos/artigos_tecnicos.html. Acesso em 20 out. 2018

Consulta Site internet:

gerenciamento de riscos de acidentes em áreas de caldeiras - Abepro; disponível em: abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_209_242_27210.pdf. Acesso em: 21 abr. 2018

GUIA TRABALHISTA. Normas Regulamentadoras - Segurança e Saúde do Trabalho. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>. Acesso em: 20 de jun. 2018.

GRIGOLO, Eng. Adair. Prática na operação de Caldeiras, Fraiburgo, SC, 1998.

MACIEL, Lázaro Vieira; MARTINEZ, Leandro José. Manual de Segurança para operadores de caldeira. SENAI São Paulo, 1995. 29p. Apostila.

M.Sc. Bazzo, Edson, M.Sc. Altafini, Carlos R. APOSTILA GERADORES DE VAPOR Departamento De Engenharia mecânica/centro Tecnológico UFSC; Florianópolis, junho de 1981.

PROFESSOR. LUZERNA; ifc.edu.br/charles-assuncao/wp.../MANUAL-CALDEIRAS.pdf manutenção, **inspeção** e supervisão de **inspeção de caldeiras** e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País. Acesso em: 09 jul. 2018