

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

RINALDO ANGELO DOS SANTOS

**GESTÃO DE SEGURANÇA EM CALDEIRAS: IMPACTOS GERADOS
PELAS FALHAS E POSSIBILIDADES DE MELHORIAS**

Dissertação de Mestrado

Salvador, 2021

RINALDO ANGELO DOS SANTOS

**GESTÃO DE SEGURANÇA EM CALDEIRAS: IMPACTOS GERADOS
PELAS FALHAS E POSSIBILIDADES DE MELHORIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL.

Orientador: Prof. Dr. Alex Álisson Bandeira Santos

Coorientadora: Prof.^a. Ms. Marinilda Lima Souza

Salvador, 2021

Ficha Catalográfica

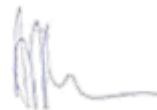
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

S194g	Santos, Rinaldo Angelo dos
	Gestão de segurança em caldeiras: impactos gerados pelas falhas e possibilidades de melhorias / Rinaldo Angelo dos Santos. – Salvador, 2021.
	121 f.: il. color.
	Orientador: Prof. Dr. Alex Alisson Bandeira Santos Coorientadora: Prof ^ª . Ms. Marinilda Lima Souza
	Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2021. Inclui referências.
	1. Segurança do trabalho - Legislação. 2. Caldeiras - Segurança. 3. Geradores de Vapor. 4. Gestão de risco. 5. NR 13. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Santos, Alex Alisson Bandeira. III. Souza, Marinilda Lima. IV. Título.
	CDD 341.617

NID - 002

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC**Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial**

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada "Gestão de Segurança em Caldeiras: Impactos Gerados Pelas Falhas e Possibilidade de Melhorias" apresentada no dia 16 de fevereiro de 2021, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.



Orientadora:

Prof. Dr. Alex Álisson Bandeira Santos
SENAI CIMATEC

Assinado digitalmente por: Marinilda Lima
Souza
O tempo: 19-2-2021 12:02:49

Coorientadora:

Prof.^a Ms. Marinilda Lima Souza
SENAI CIMATEC

RENELSON RIBEIRO

SAMPAIO:01905120591

Assinado de forma digital por
RENELSON RIBEIRO
SAMPAIO:01905120591
Dados: 2021.02.24 14:12:00 -03'00'

Membro Interno:

Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio
SENAI CIMATEC

Razão: Ivo Andrei de O. Lino Lima cpf86095870534
O tempo: 26-02-2021 16:07:15

Membro Externo:

Prof. Dr. Ivo Andrei de Oliveira Lino Lima
BRASKEM

Este trabalho é dedicado aos meus pais *in memoriam*, meus irmãos, minha esposa e meus filhos que sempre demonstram o sentido do verdadeiro AMOR e a todos que contribuíram para sua realização, em especial, aos gestores das empresas pesquisadas e aos auditores da SRTE/MT pelo apoio nas fases desta pesquisa e dissertação.

Agradecimentos

Agradeço ao SENAI CIMATEC e ao Programa Gestão da Tecnologia Industrial (GETEC) pela oportunidade e apoio para a realização dessa etapa de formação da profissão.

Ao SENAI-MT na pessoa da Diretora Regional Lélia Brum, pelo amplo apoio e incentivo para realização do curso, ao Sr. José Barbosa Batista, pela indicação como aluno nesse programa e ao Sr. Helton Reis, pelo incentivo profissional e pessoal sempre presente.

Ao Professor Orientador Dr. Alex Álisson Bandeira Santos e a Professora Coorientadora Ms. Marinilda Lima Souza, pelas contribuições, dedicação, profissionalismo e ensinamento doados para esse trabalho.

A todos os Professores do Programa Gestão da Tecnologia Industrial, pela capacidade de ensinamento com que contribuíram durante o curso.

A Coordenação do Programa Gestão da Tecnologia Industrial, que sempre foi presente e solícita em todas as demandas no transcorrer do curso.

Aos colegas e amigos dessa jornada.

Acreditamos que todo homem tem dentro de si a responsabilidade incontestável de afastar-se dos caminhos inseguros. Este é seu dever para consigo mesmo, seus colegas e seu trabalho.

Acreditamos que nenhum homem vive ou trabalha completamente só. Ele se envolve com todos, é influenciado pelas realizações e marcados pelos fracassos dos seus companheiros. Cada homem que fracassa com o próximo, falha consigo mesmo e partilhará o peso do fracasso. O verdadeiro horror de um acidente é constatar que o homem fracassou. E, mais, que seus companheiros também fracassaram.

Acreditamos que os acidentes são gerados por práticas inseguras, nascem nos momentos de ações impensadas. E cessarão somente quando a prática segura for suficientemente forte para preceder a ação, quando a prática correta criar o hábito que controla o ato.

Acreditamos que a prevenção de acidentes é um objetivo que se encontra em todo e qualquer nível hierárquico, organização ou procedimentos.

Acreditamos que se livrar do risco não é um privilégio, mas a meta a ser atingida e perpetuada, por cada um dia a dia.

Acreditamos que a eliminação do sofrimento ocasionado por acidente é um dever moral, cuja medida adequada depende diretamente do nosso desempenho.

*American Society of Safety Engineers
Greater Chicago Chapter*

Resumo

Atualmente, a gestão da segurança do trabalho em caldeiras, ainda apresenta lacunas com alto grau de relevância. Essas lacunas e possibilidades de melhorias serão o principal objeto de discussão nesse trabalho, através do embasamento bibliográfico e conhecimentos atualizados para uma gestão de riscos mais eficiente com os geradores de vapor. Também no desenrolar desse trabalho, serão discutidas as possíveis consequências para as empresas, por inobservâncias aos preceitos legais na gestão desses equipamentos, em situações de comprovadas não conformidades pelas auditorias fiscais. Apresenta uma contextualização dos riscos potenciais, inclusive com perdas humanas, inerentes aos recipientes geradores de vapor, independentes de tamanhos, modelos, tipos, fontes de energias empregadas ou finalidades de uso. Os riscos apresentados a partir desse trabalho, tem objetivo justificar a necessidade em desenvolver a gestão de segurança com caldeiras nas empresas, independente do seu porte, como forma eficiente e capaz de reduzir ou controlar as possíveis ocorrências com sinistros na atividade e proporcionar redução nos índices de não conformidades frente a NR-13. Também, será evidenciado o necessário envolvimento de empresas, gestores de segurança, operadores desses equipamentos, corpo técnico em manutenção, profissionais habilitados e fabricantes, como atores na busca pelas soluções para minimizar as falhas ainda existentes. Nos resultados desse trabalho, será destacado os requisitos de segurança em caldeiras, possibilitando melhor gestão de riscos por meio de conhecimento da norma regulamentadora que trata do assunto, permitindo assim, o cumprimento das exigências legais e também atitudes e rotinas preventivas diárias junto aos responsáveis diretos pelas operações e manutenções permitindo-lhes a antecipação dos riscos de eventos perigosos e prevenindo as possíveis infrações. Nesse sentido, esta dissertação tem por objetivo contribuir com a melhoria do processo de gerenciamento de segurança com caldeiras, como fruto de uma pesquisa junto a trinta e três empresas em Mato Grosso, além de embasamento teórico pelo autor em Norma Regulamentadora, visando maior segurança, redução das não conformidades, minimização dos riscos de acidentes e redução no número de altos de infração com caldeiras.

Palavras-chave: Segurança do trabalho – Legislação. Caldeiras – Segurança. Geradores de vapor. Gestão de Risco. NR 13.

Abstract

Currently, the management of work safety in boilers still presents gaps with a high degree of relevance. These gaps and possibilities for improvement will be the main object of discussion in this work, through the bibliographic basis and updated knowledge for a more efficient risk management with steam generators. Also in the course of this work, the possible consequences for companies will be discussed, due to non-compliance with the legal precepts in the management of this equipment, in situations of proven non-conformities by tax audits. It presents a contextualization of the potential risks, including human losses, inherent to the steam generating containers, regardless of sizes, models, types, sources of energy used or purposes of use. The risks presented from this work, aim to justify the need to develop safety management with boilers in companies, regardless of their size, as an efficient way capable of reducing or controlling possible occurrences with accidents in the activity and providing reduction in the indexes non-compliance with NR-13. Also, the necessary involvement of companies, security managers, operators of this equipment, maintenance staff, qualified professionals and manufacturers will be evidenced, as actors in the search for solutions to minimize the remaining flaws. In the results of this work, the safety requirements in boilers will be highlighted, enabling better risk management through knowledge of the regulatory standard that deals with the subject, thus allowing compliance with legal requirements as well as daily preventive attitudes and routines with those directly responsible operations and maintenance, allowing them to anticipate the risks of dangerous events and preventing possible violations. In this sense, this dissertation aims to contribute to the improvement of the safety management process with boilers, as a result of research with thirty-three companies in Mato Grosso, in addition to theoretical support by the author in Regulatory Norms, aiming at greater safety, reduction of non-conformities, minimization of accident risks and reduction in the number of boiler infraction records.

Keywords: Work safety - Legislation. Boilers - Security. Steam generators. Risk management. NR 13.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Principais infrações evidenciadas pela SRTE/MT em 2017. _____	23
Tabela 2. Principais infrações evidenciadas pela SRTE/MT em 2018. _____	24
Tabela 3. Principais situações de incidentes com caldeiras nos EUA em 2001. _____	43
Tabela 4. Alterações na NR-13 em face da Portaria SSMT n° 12 de 06 de junho de 1983. _____	57
Tabela 5. Alterações na NR-13 em face da Portaria SSMT n° 02 de 08 de maio de 1984. _____	58
Tabela 6. Alterações na NR-13 em face da Portaria SSST n° 23 de 27 de dezembro de 1994. _____	58
Tabela 7. Alterações na NR-13 em face da Portaria MTE n° 594 de 28 de abril de 2014. _____	60
Tabela 8. Alterações na NR-13 em face da Portaria MTB n° 1.084 de 28 de setembro de 2017. _____	61
Tabela 9. Alterações na NR-13 em face da Portaria MTB n° 1.082 de 18 de dezembro de 2018. _____	61
Tabela 10. Alterações na NR-13 em face da Portaria SEPTR n° 915 de 30 de julho de 2019. _____	62
Tabela 11. Situação de Risco Grave e Iminente (RGI) para caldeiras. _____	65
Tabela 12. Gradação dos níveis de infração de segurança do trabalho e valores em UFIR. _____	66
Tabela 13. Itens da NR-13 sobre caldeiras com possibilidades de infrações. _____	67
Tabela 14. Utilização de caldeiras por seguimento de atividade. _____	73

Lista de Figuras

Figura 1. Reflexo da sessão I do código ASME e a criação do National Board. _____	21
Figura 2. Evolução da demanda de pressão e produção de vapor no século XX. _____	28
Figura 3. Imagem do prédio da fábrica de sapatos em Massachusetts (EUA) antes do acidente. _____	29
Figura 4. Imagem dos escombros da fábrica de sapatos em Massachusetts (EUA) após o acidente. _____	29
Figura 5. Gráfico com série histórica dos acidentes de trabalho com CAT - Brasil 2002 a 2018. _____	32
Figura 6. Gráfico com série histórica dos acidentes de trabalho com óbitos e com CAT - Brasil 2002 a 2018. _	33
Figura 7. Gráfico com série histórica dos acidentes de trabalho com CAT - Mato Grosso 2002 a 2018. _____	34
Figura 8. Gráfico com série histórica dos Acidentes de Trabalho com óbitos e com CAT - Mato Grosso 2002 a 2018. _____	35
Figura 9. Elementos de um Sistema de Gestão de Segurança com caldeiras. _____	44
Figura 10. Elementos de um Sistema de Gestão de Segurança por Indicadores Proativos. _____	45
Figura 11. Modelo visual de controle de acidentes pelo sistema de barreiras. _____	49
Figura 12. Esquema visual de ocorrências de acidentes e os Tier's correspondentes aos tipos de indicadores. _	50
Figura 13. Fluxo da metodologia da pesquisa na etapa 1. _____	54
Figura 14. Fluxo da metodologia da pesquisa na etapa 2. _____	55
Figura 15. Gráfico sobre a utilização de caldeiras por porte nas indústrias. _____	75
Figura 16. Gráfico com a quantidade de caldeiras por empresas. _____	76
Figura 17. Gráfico sobre a importância das caldeiras para as empresas. _____	77
Figura 18. Gráfico com tipos de caldeiras usadas de acordo com a pressão. _____	78
Figura 19. Gráfico com tipos de caldeiras usadas de acordo com tipo de troca térmica. _____	79
Figura 20. Gráfico com tipos de combustíveis mais utilizados nas caldeiras. _____	80
Figura 21. Gráfico indicando o grau de automatização nas caldeiras. _____	81
Figura 22. Gráfico indicando a gestão das documentações das caldeiras. _____	84
Figura 23. Gráfico indicando a gestão quanto à instalação das caldeiras. _____	86
Figura 24. Gráfico indicando a gestão quanto à identificação das caldeiras. _____	87
Figura 25. Gráfico indicando a gestão quanto à qualificação para operação das caldeiras. _____	89
Figura 26. Gráfico indicando a gestão das manutenções nas caldeiras. _____	93
Figura 27. Gráfico indicando a gestão das manutenções nos instrumentos das caldeiras _____	95
Figura 28. Gráfico indicando a gestão no tratamento de água para as caldeiras. _____	97

Lista de Siglas e Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEAT	Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho
AEC	<i>Atomic Energy Commission</i>
AFNOR	<i>Association Française de Normalization</i>
AI	Auto de Infração
AIChE	<i>American Institute of Chemical Engineers</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BS	<i>British Standards</i>
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
CATWEB	Comunicação de Acidente de Trabalho Web
CCPS	<i>Center for Chemical Process Safety</i>
CLT	Consolidação da Leis do Trabalho
CREA	Conselho Regional de Arquitetura e Agronomia
CRFB	Constituição da República Federativa do Brasil
EUA	Estados Unidos da América
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
MTB	Ministério do Trabalho Brasileiro
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora
OHS	<i>Occupational Health and Safety</i>
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment</i>
OIT	Organização Internacional do Trabalho
RGI	Risco Grave Iminente
RSS	<i>Reactor Safety Study</i>
SEPRT	Secretaria Especial de Previdência e Trabalho
SRTE	Secretaria Regional do Trabalho e Emprego
SRTE/MT	Secretaria Regional de Trabalho e Emprego de Mato Grosso
SSMT	Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho
UFIR	Unidade Fiscal de Referência

Sumário

Resumo	xi
Abstract	xii
Lista de Figuras	xv
Lista de Siglas e Abreviaturas	17
1 Introdução	20
1.1 OBJETIVO	25
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	26
2 Revisão da Literatura	27
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA SOBRE A IMPORTÂNCIA DOS GERADORES DE VAPOR	27
2.2 RISCOS INERENTES AOS GERADORES DE VAPOR	28
2.3 NÚMEROS DE ACIDENTES DE TRABALHO NO BRASIL E EM MATO GROSSO	30
2.4 EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO, ASPECTO HISTÓRICO E AS PRIMEIRAS LEIS DE PROTEÇÃO AO TRABALHADOR NO MUNDO	35
2.5 EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO E CONTEXTO DAS SETE LEIS DE PROTEÇÃO AO TRABALHO NO BRASIL	37
2.6 NECESSIDADES E FORMAS DE GERENCIAR OS RISCOS COM GERADORES DE VAPOR	42
2.7 OS RISCOS E A RESPONSABILIDADE LEGAL PELO CONTROLE	46
2.8 MANUTENÇÃO DE ATIVOS COMO MEDIDAS DE SEGURANÇA	51
3 Materiais e Métodos	54
3.1 ETAPA 1 – PESQUISA NO ÓRGÃO FISCALIZADOR NO ESTADO - SRTE/MT EM 2019	54
3.2 ETAPA 2 – PESQUISA COM OS GESTORES DE SEGURANÇA NAS EMPRESAS EM 2020	55
4 Resultados e Discussão	56
4.1 AS REVISÕES DA NR-13 E SEUS IMPACTOS NA GESTÃO DE SEGURANÇA DAS CALDEIRAS	56
4.2 GESTÃO DA NR-13, SOB A ÓTICA DA NR-28, REFERENTE AS CALDEIRAS	63
4.2.1 CONDIÇÕES DE RISCO GRAVE E IMINENTE EM CALDEIRAS	65
4.2.2 OUTRAS SITUAÇÕES A OBSERVAR NO PROCESSO DE GESTÃO COM CALDEIRAS	66
4.3 PESQUISA JUNTO ÀS EMPRESAS	72
4.3.1 DADOS GERAIS SOBRE OS GERADORES DE VAPOR INSTALADOS NO ESTADO	73
4.3.2 QUANTO AO ATENDIMENTO DA NR-13 NOS GERADORES DE VAPOR PESQUISADOS	81
4.3.2.1 Gestão da NR-13 quanto às documentações das caldeiras	82
4.3.2.2 Gestão da NR-13 quanto à instalação das caldeiras	85
4.3.2.3 Gestão da NR-13 quanto à identificação das caldeiras	87
4.3.2.4 Gestão da NR-13 quanto à operação das caldeiras	88
4.3.2.5 Gestão da NR-13 quanto as manutenções das caldeiras	92
4.3.2.6 Gestão da NR-13 quanto aos dispositivos das caldeiras	94
4.3.2.7 Gestão da NR-13 quanto ao tratamento da água das caldeiras	96
5 Conclusões	100

5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	102
Referências	103
Apêndice – Formulário da pesquisa com empresas referente a gestão de segurança com caldeiras	109
Anexo: Artigo publicado na Revista ENIT	121

1 Introdução

De acordo com Magrinni (1994), quando os primeiros estudiosos, Denis Papin, James Watt, Wilcox, entre outros, dedicaram as atenções para a fabricação e desenvolvimento dos equipamentos geradores de vapor, certamente não imaginavam o quanto suas contribuições seriam significativas para suportar e possibilitar o surgimento do sistema capitalista, nem o quanto esses equipamentos seriam úteis às gerações futuras.

Especialmente durante o século XX, foram notáveis e significativos os avanços pelos quais passaram os geradores de vapor, destacando-se no período, os avanços tecnológicos, os recursos disponíveis, mas principalmente, no que se refere ao acesso das informações e aos meios de conhecimentos para uma condição de trabalho segura e eficiente com as caldeiras.

Esses equipamentos sempre se mostraram úteis aos trabalhos do homem, mas também perigosos para a segurança dos trabalhadores em suas atividades, conforme relato de Sousa (2008, p. 10):

Uma ocorrência de acidente com explosão de uma caldeira em Massachusetts, Estados Unidos, vitimou 58 pessoas. A tragédia, veio a despertar uma preocupação muito grande, especialmente na classe dos engenheiros que propuserem a criação de associações, normas e códigos para regulamentação da fabricação, instalação, manutenção, inspeção e operação destes equipamentos no intuito da prevenção de acidentes nesse seguimento.

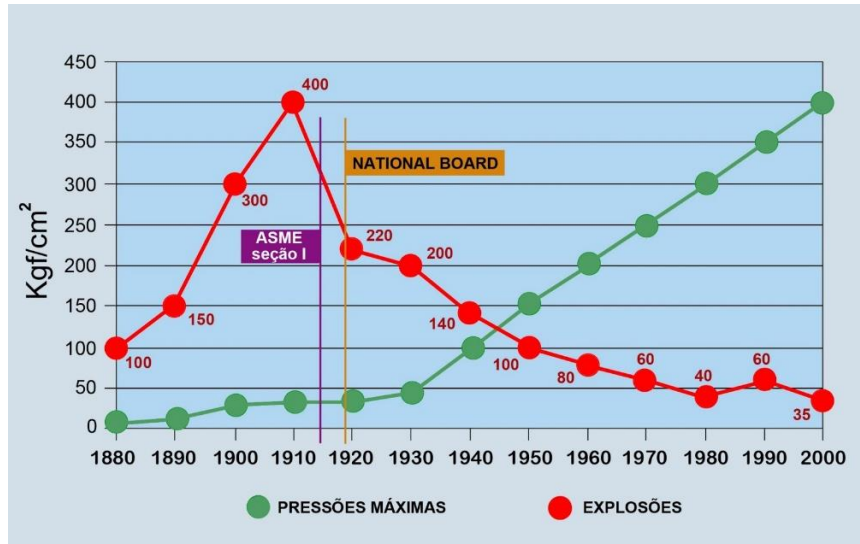
Assim, após muitos estudos, fruto das experiências vivenciadas com muitas vidas perdidas, iniciou-se um movimento a favor da prevenção dos acidentes com as caldeiras. Para isso, leis foram sendo aprovadas em vários países com a finalidade de reduzir esses eventos danosos e possibilitar uma atividade segura no trabalho com caldeiras.

Dessa forma, de acordo com Sousa (2008), os primeiros códigos de nessa área foram criados pela *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*, que até hoje, são observadas nos projetos de caldeiras e também como fonte de referência normativa para as caldeiras em boa parte do mundo. Posteriormente, foram estabelecidas outras associações que também criaram códigos de segurança para caldeiras, como no caso da *British Standards (BS)*, as normas da *Association Française de Normalization (AFNOR)*, a *Pression (Codap)*, as normas soviéticas, alemãs, japonesas entre outras.

A figura 1 apresenta o importante impacto na redução dos acidentes com

explosões a partir da publicação da sessão I pelo código *ASME* e o surgimento do *National Board*, na redução das ocorrências de explosões em caldeiras, onde não por coincidência os números de acidentes foram reduzidos significativamente a partir de então, mesmo havendo a elevação das pressões de trabalho, decorrente da evolução tecnológica advinda ao longo dos anos.

Figura 1. Reflexo da sessão I do código *ASME* e a criação do *National Board*.



Fonte: Adaptado de Carvalho (2014).

Assim, em 1911 a Associação Norte-americana de Engenheiros Mecânicos (*ASME*), fundada em 1880, criou uma comissão com a incumbência de unificar todos estes documentos, missão que foi cumprida com sucesso em 1914, em reunião na qual foi aprovada a Seção I do seu largamente reconhecido “*Boiler and Pressure Vessels Code*” (Código de Caldeiras e Vasos de Pressão) que regulamenta, não por acaso, o projeto e construção de Caldeiras.

Uma segunda necessidade implícita foi a capacitação de profissionais para controlar a qualidade e a deterioração de caldeiras e vasos, a qual foi suprida com a fundação em 1919 da Comissão Nacional de Inspectores de Caldeiras e Vasos de Pressão, “*National Board*”.

No Brasil, o cenário de segurança com caldeiras começou de fato a tomar contorno de mudança, com o advento da publicação da Lei nº 6.514 em 1977, relativa à segurança e medicina do trabalho. Assim, conforme Santos et al. (2015), a partir dela se deu a

abertura para a publicação das Normas Regulamentadoras (NR's), aprovadas em 08 de junho de 1978, pela portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

A Norma Regulamentadora nº 13 estabelece requisitos para gestão da integridade de caldeiras a vapor, vasos de pressão, tubulações de interligação e tanques metálicos de armazenamento referentes à instalação, manutenção e inspeção e aos requisitos para operação e seu funcionamento, descrito no texto da redação dada pela Portaria do Ministério do Trabalho Brasileiro (MTB) nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018. Define ainda, caldeiras como sendo equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, excetuando-se refreradores e similares.

No estado de Mato Grosso, a Secretaria Regional de Trabalho e Emprego (SRTE) é o órgão responsável por fiscalizar as empresas no cumprimento da legislação vigente, prevista na NR-13, a qual estabelece as condições obrigatórias de segurança para o trabalho. Constatada alguma inobservância dos requisitos legais, o órgão possui autonomia para lavraturas de termos de notificações, auto de infração ou outras sanções previstas, podendo inclusive levar a elaboração de termo de interdição, caso seja comprovada uma situação de Risco Grave Iminente (RGI) o que consequentemente acarretaria na paralisação do equipamento.

As auditorias realizadas nas empresas visam à correção das situações não conformes comprovadas, mas também, evidenciam as falhas no processo de gestão de segurança com caldeiras no estado, comprovando assim, a necessidade de melhorias nesse processo dentro das empresas, em especial pelo setor responsável na gestão de segurança do trabalho em cada ambiente laboral.

Nas tabelas 1 e 2, estão destacadas as principais infrações constatadas pelas equipes de fiscalizações nos anos de 2017¹ e 2018², conforme preconizado na NR-13, em consonância com redação em vigor em cada período, visto que a NR-13 passou por alterações no intervalo das auditorias e consequentemente da pesquisa.

¹ Redação aprovada pela Portaria MTE 594, de 28 de abril de 2014 e pela Portaria nº 1.084 de 28 de setembro de 2017.

² Redação aprovada pela Portaria nº 1.084 de 28 de setembro de 2017.

Tabela 1. Principais infrações evidenciadas pela SRTE/MT em 2017.

NR-13, subitem, alínea	Resumo das infrações constatadas	Quantidade (percentual)
13.3.1, "f"	Caldeira sendo operada por operador não qualificado.	4 (16,00%) Cada
13.5.1.6, "a"	Caldeira sendo operada por trabalhador sem estágio prático.	3 (12,00%)
13.4.3.1	Caldeira sem manual de operação ou manual desatualizado.	2 (8,00%) Cada
13.4.1.3 "c"	Caldeira a combustível sólido não atomizado sem injetor de água.	1 (4,00%) Cada
13.4.3.4	Caldeira em funcionamento sem operação e controle de operador de caldeira.	1 (4,00%) Cada
13.3.9	Caldeira em funcionamento sem manutenção preventiva ou preditiva.	1 (4,00%) Cada
13.4.1.3 "b"	Caldeira em funcionamento sem instrumento que indique a pressão do vapor acumulado.	1 (4,00%) Cada
13.4.1.6 "a"	Caldeira em funcionamento sem prontuário ou desatualizado ou incompleto.	1 (4,00%) Cada
13.4.2.3	Caldeira instalada em ambiente aberto em desacordo com os requisitos.	1 (4,00%) Cada
13.4.1.6 "f"	Dispositivos de segurança sem calibração ou não possuir certificados de calibração dos dispositivos de segurança	1 (4,00%) Cada
13.4.2.3 "a"	Caldeira instalada e, ambiente aberto cujo afastamento esteja inferior a 3 m de outras instalações.	1 (4,00%) Cada
13.4.2.4 "h"	Caldeira instalada com de iluminação em desacordo com os requisitos.	1 (4,00%) Cada
13.4.3.2	Caldeira cujos instrumentos não estejam calibrados e/ou em boas condições operacionais.	1 (4,00%) Cada
13.4.4.4	Caldeira sem inspeção de segurança periódica dentro dos prazos estabelecidos.	1 (4,00%) Cada
13.4.4	Relatório de Inspeção de caldeira em páginas não numeradas e sem o conteúdo mínimo previsto.	1 (4,00%) Cada

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao analisar os dados da tabela 1, constatou-se que a principal falha na gestão com as caldeiras nas empresas fiscalizadas no ano de 2017, foi referente à falta de qualificação adequada para a operação das caldeiras estando presente em 32% das não conformidades. Vale ressaltar que, em 16,00% das empresas fiscalizadas as caldeiras eram operadas por trabalhadores sem nenhuma qualificação teórica e prática e em outras 16,00% das empresas os operadores possuíam apenas a qualificação teórica, mas não comprovaram a prática de estágio supervisionado na caldeira como requisito da qualificação previsto.

Ficou evidenciado que em 12,00% das empresas com irregularidades comprovadas, deu-se pela falta do manual de operação das caldeiras, o que mesmo sendo

uma falha de menor gravidade segundo a NR-13, ainda assim, ocasiona dificuldades para a operação segura, além de potencializar erros operacionais e desgastes do equipamento por desconhecimentos da forma correta de controle e parâmetros próprios.

Também foi destaque outras duas situações distintas, sendo elas, ausência de operador de caldeira no local de operação e falta de injetor de água em caldeira de combustível sólido não atomizado, ambas com 8,00% de frequência. Essas duas situações, são consideradas de caráter Risco Grave e Iminente e, portanto, novamente sujeitam a interdição das caldeiras e paralisação do processo. As demais infrações constatadas nas auditorias, apesar de ocorrerem em menor em frequência, algumas dessas, caracterizam-se como risco grave e iminente também.

A tabela 2 mostra as principais infrações evidenciadas pela fiscalização do SRTE de Mato Grosso no ano de 2018.

Tabela 2. Principais infrações evidenciadas pela SRTE/MT em 2018.

NR-13, subitem, alínea	Resumo das infrações constatadas	Quantidade (percentual)
13.3.1 “P”	Caldeira sendo operada por operador não qualificado.	2 (11,76%) Cada
13.4.2.3 “F”	Caldeira que opera a noite sem sistema de iluminação de emergência.	
13.4.4.7	Caldeira sem inspeção adequada após completar 25 anos de uso.	
A1.5 do Anexo I	Caldeira sendo operada por trabalhador sem estágio prático.	
13.3.3	Efetuar reparos ou alterações em equipamentos a em desacordo com os respectivos códigos de projeto	1 (5,88%) Cada
13.4.1.9 “b”	Deixar de registrar ocorrência de inspeção de segurança de caldeira, em seu Registro de Segurança.	
13.4.2.3 “c”	Caldeira instalada em ambiente aberto cuja área de caldeira não disponha de acesso fácil e seguro para operação e manutenção.	
13.4.2.4 “f”	Caldeira instalada em casa de caldeiras que não disponha de acesso fácil e seguro para operação e manutenção da caldeira.	
13.4.2.4 “h”	Caldeira instalada em casa de caldeiras em desacordo com os requisitos.	
13.4.3.1	Caldeira em funcionamento sem manual de operação ou desatualizado.	
13.4.4.4	Caldeira sem inspeção de segurança periódica ou em desacordo com os prazos estabelecidos.	
13.4.4.10	Deixar de realizar inspeção de segurança extraordinária em caldeira.	
13.4.4.14	Relatório de Inspeção de caldeira em páginas não numeradas e sem o conteúdo mínimo previsto.	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Analisando os dados contidos na tabela 2, pode-se observar quatro situações destacando-se nas falhas da gestão em segurança com as caldeiras nas empresas fiscalizadas em 2018. Cada uma dessas falhas impactou em quase 12% das ocorrências de não conformidades.

Similar a 2017, a falta de qualificação para a operação das caldeiras seja de forma teórica, ou teórica e prática, novamente destacou-se como duas das principais falhas constatadas. Também foi evidenciada em iguais quantidades de infrações, a falta de manutenção apropriada nas caldeiras após completarem 25 (vinte e cinco) anos de uso e falta de condições de iluminação adequadas para as caldeiras que operam a noite.

Diante deste cenário, onde ainda há diversas situações evidentes de falhas no processo de gestão dos riscos com caldeiras, o cumprimento da norma é fundamental, conforme destaca Pires (2005, p. 66), “[...] tem o caráter prevencionista no controle dos riscos com caldeiras, sendo a norma de segurança para o setor muito significativa no aspecto de gestão de prevenção de acidentes para o segmento”. Como a gestão de segurança em caldeiras pode acarretar melhorias no processo de gestão destes equipamentos?

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é analisar as falhas de gestão nos aspectos de segurança em caldeiras e os prováveis impactos gerados por essas inconformidades, que podem implicar em consequências severas ao capital humano, interrupção da produção, prejuízos financeiros com indenizações, reconstrução e aquisição de novos equipamentos, ou seja, custos diretos e indiretos associados, na perspectiva de contribuir com o processo de melhoria da gestão, no contexto particular nas indústrias mato-grossenses.

1.2 Objetivos Específicos

- Analisar as principais alterações ocorridas em face das portarias alterando a NR-13, referentes as caldeiras;
- Avaliar as principais falhas existentes no processo de gerenciamento de segurança com caldeiras mapeadas na pesquisa;

- Investigar os dados evidenciados no gerenciamento, as potenciais implicações auditáveis e consequências para segurança do trabalho com caldeiras;
- Apresentar o escopo básico da NR-13 (2018)³ e os principais impactos possíveis a serem observados na gestão de segurança com caldeiras.

1.3 Organização do Documento

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, onde descreve em abordagem introdutória, a importância dos equipamentos geradores de vapor, seus riscos e algumas falhas comprovadas no processo de gestão nas empresas, também, mostra o impacto na redução dos acidentes a partir do surgimento das normas e códigos de segurança e por fim, traz os objetivos definidos para este trabalho e sua delimitação em quatro objetivos específicos. O capítulo 2 apresenta na revisão da literatura, a contextualização histórica sobre a importância das caldeiras, suas contribuições para os processos industriais até os dias atuais, sendo discorrido também o cenário de insegurança nessa atividade no mundo e no Brasil, o surgimento das primeiras leis de proteção para os trabalhos e seus avanços na contemporaneidade. O capítulo 3 apresenta a metodologia adotada para os resultados deste trabalho, através de fluxograma com descrição das fases da pesquisa e dos métodos adotados. O capítulo 4 apresenta os resultados deste trabalho iniciando por uma análise da NR-13 desde sua concepção trazendo as principais alterações extraídas no decorrer dos anos, traz também, uma abordagem do escopo dos itens auditáveis pelo órgão fiscalizar e suas implicações com base na NR-28 – Fiscalizações e Penalidades e apresenta os resultados da pesquisa com gestores de 33 (trinta e três) empresas por meio de respostas sob o *status* que avaliaram atender aos requisitos legais nas empresas. O capítulo 5 encerra este trabalho apresentando as conclusões do estudo e as possibilidades para pesquisas futuras no tema da gestão de segurança com caldeiras.

³ Redação aprovada pela Portaria MTB n° 1.082 de 18 de dezembro de 2018.

2 Revisão da Literatura

2.1 Contextualização histórica sobre a importância dos geradores de vapor

No presente momento, é bem mais fácil reconhecer a importância que um gerador de vapor representa para os processos industriais. Confirmando isso, Beux (2014), diz que, nos dias atuais o vapor de água é usado em grande proporção e com muitas aplicações, sendo indispensável em muitos processos industriais.

Compartilhando desse pensamento Schwinden (2019, p. 16), assegura que as caldeiras:

[...] são o principal equipamento das indústrias para produção de vapor através da queima de combustível. Em muitas unidades fabris, como indústrias de papeis, alimentícia, geração de energia é responsável pela garantia operacional e sua indisponibilidade impacta na parada total da unidade.

Com relação à importância e uso de caldeira, Beux (2014, p. 17), atesta que:

[...] a caldeira ocupa um lugar importante em muitas atividades, no aquecimento para diversos processos industriais, esterilização, em restaurantes, hotéis, hospitais, frigoríficos entre outros e não só para movimentar máquinas como no passado.

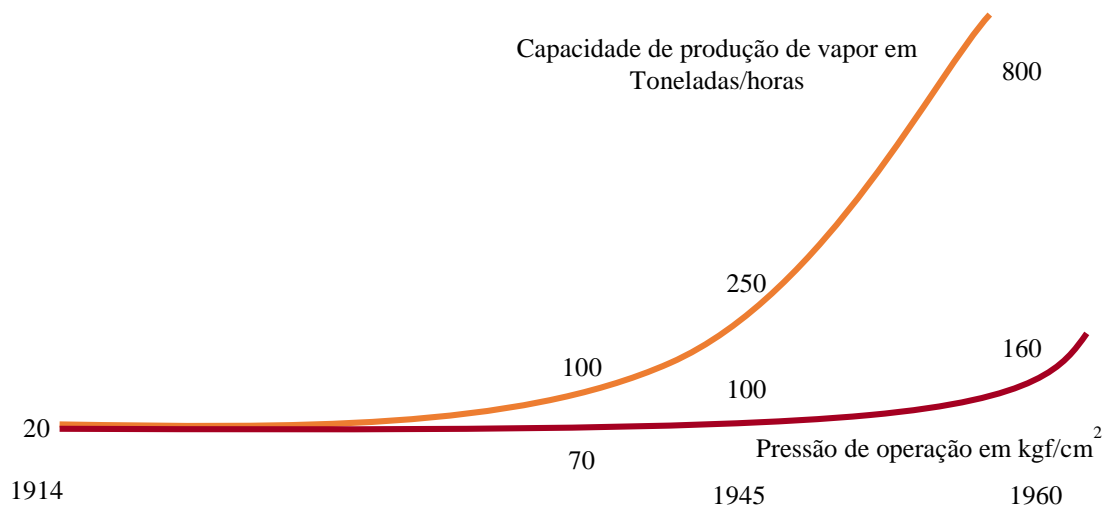
Corroborando com esse pensamento Proteção (1995), diz que, a água que é transformada em vapor sob pressão gera energia termodinâmica, podendo também ser usada como energia mecânica, gerando eletricidade, constituindo assim numa fonte alternativa de geração de energia e calor.

Entretanto, a história desses equipamentos possui início e trajetória muito mais extensa e com muitos percalços inerentes a sua utilização. As caldeiras passaram a ser importantes de fato aos interesses do homem, por volta do século XVII, sendo determinantes para a revolução industrial. No início, foram usadas na extração de água nas minas, mais adiante passaram a ser utilizadas na navegação e nas locomotivas, por último passaram a ser incorporadas nas indústrias, auxiliando diversas etapas dos processos (MORAES, 2009 p. 578).

Nesse sentido, Pires (1995), destacou que foi acentuada a aceleração das fábricas após o término do conflito da primeira Guerra Mundial. As grandes expansões das indústrias proporcionalmente demandaram comercialmente os geradores de vapor, e esses por sua vez, passaram ser produzidos com maiores capacidades de produção de vapor e com pressão capaz de atender as necessidades industriais requeridas. Seguindo a tendência da expansão industrial, as caldeiras ocuparam papel mais importante para as empresas e tornou-se mais frequente e popular no século passado.

Já em tempos mais próximo, tomando como referência o período compreendido entre 1914 e 1960 (figura 2), destacou-se a evolução nesses equipamentos, geradores de vapor, considerando os aspectos de demanda por pressões de operação e a capacidade de produção de vapor demandadas pelas indústrias da época, (MAGRINNI, 1994).

Figura 2. Evolução da demanda de pressão e produção de vapor no século XX.



Fonte: Adaptada de Magrinni (1994).

2.2 Riscos inerentes aos geradores de vapor

À medida que as caldeiras passaram a ser demandadas comercialmente, também os riscos e principalmente os acidentes, passaram a ser mais frequentes na atividade, em especial as explosões, ocasionadas principalmente por falta de conhecimento, falta de recursos técnicos, falta de manutenção adequada, erros operacionais ou pela combinação de vários fatores associados.

Conforme assegura Magrinni (1994, p. 9), “historicamente a utilização de caldeiras implica na existência de riscos de natureza diversificada, tais como: explosão, incêndios, choque elétricos, intoxicações, quedas, ferimentos diversos etc.”

Também da mesma forma, segundo Pires (2005), a variedade dos riscos para os trabalhadores que atuam na área de caldeiras é considerada grande. Esses riscos variam desde explosões, incêndios, choques elétricos, intoxicações, quedas, queimaduras e ruídos são alguns dos problemas que podem atingir aqueles que atuam na operação ou encontram-se nas proximidades da caldeira.

De acordo com Esouilem, Bouzid e Nadeau (2019), afirmaram ser uma verdade que as explosões de caldeiras, vasos de pressão e sistemas de tubulação têm sido a causa de muitos acidentes catastróficos na indústria americana e canadense.

Portanto, deve-se destacar os riscos de explosões, por quatro motivos principais, como destaca Magrinni (1994, p. 23):

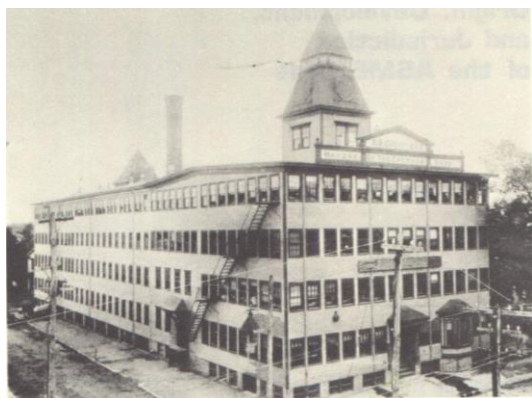
1. por se encontrar presente durante todo o tempo de operação, sendo necessário seu controle contínuo, sem interrupção;
2. em razão da violência com que as explosões se manifestam, na maioria dos casos, suas consequências são catastróficas, em face de uma grande quantidade de energia liberada instantaneamente;
3. por envolver não só o pessoal de operação, como também os que trabalham nas proximidades, podendo até mesmo atingir comunidades (vizinhos e vias públicas) e a clientela quando se trata de empresas de serviços (hospitais e hotéis, principalmente);
4. porque sua prevenção deve ser considerada em todas as fases: projeto, fabricação, operação, manutenção, inspeção e outras.

Sobre explosão, de acordo Torreira (1999), é difícil uma definição precisa do termo, mas de forma simples pode ser definida como uma sucessão de fenômenos dos quais resulta uma imediata ruptura, ou ainda pode ser resultante de um súbito aumento de pressão ou existência de uma pressão elevada no interior de um recipiente.

No caso de uma explosão com caldeiras as perdas podem se estender a outros setores da empresa, inclusive seus arredores, atingindo trabalhadores e comunidade. Dessa forma, é preciso cautela e redobrar a atenção, e por isso, a segurança deve estar presente em todas as etapas, desde: projeto, instalação, operação, manutenção e inspeção (PIRES, 2005).

Como registro de uma situação de acidente (figuras 3 e 4): “a explosão de uma caldeira, em 1905 ocorrida em Massachusetts – EUA, vitimando 58 pessoas, despertou então maior interesse na sociedade para elaboração de normas mais rigorosas” (MORAES, 2009, p. 589).

Figura 3. Imagem do prédio da fábrica de sapatos em Massachusetts (EUA) antes do acidente.



Fonte: Pires (1995, p. 36).

Figura 4. Imagem dos escombros da fábrica de sapatos em Massachusetts (EUA) após o acidente.



Fonte: Pires (1995, p. 36).

Deve-se considerar entretanto, que nesse período em questão não havia ainda normas regulamentando tais equipamentos, sendo no caso específico dessa fábrica de sapatos, a caldeira encontrava-se instalada em subsolo, fato esse que potencializou maiores danos físicos a estrutura causando assim, elevado número de vítimas, pois de acordo com Magrinni (1994), os riscos de acidentes com caldeiras são caracterizados por grande quantidade de variáveis, não só de operação, mas também, por defeitos de fabricação, por má conservação e até a instalação incorreta desses equipamentos.

Diante deste cenário e em busca da prevenção dos acidentes com esses equipamentos, e ao mesmo tempo dispor condições seguras para essa atividade, tornou-se um desafio a ser vencido, especialmente diante da gravidade que esses acidentes implicam. Esses fatos culminaram com a necessidade da criação de códigos, normas e procedimentos mundo afora para minimizar os riscos em todas as fases. Essas recomendações e cuidados foram às bases para criação das leis de segurança com esses equipamentos, em vários países, mas só se concretizou no Brasil já nos anos finais do século passado com o advento da criação das Normas regulamentadoras, através da publicação da Lei nº 6.514, em 1977.

2.3 Números de acidentes de trabalho no Brasil e em Mato Grosso

De acordo com Sousa (2008), o Brasil ainda não dispõe de dados estatísticos de acidentes nas atividades com caldeiras, inexistindo inclusive registros de quantas caldeiras estão em funcionamento. Porém, entre os acidentes de trabalho registrados a cada ano no Brasil certamente há casos ocorridos com trabalhadores que operam geradores de vapor.

É preciso entender também, citando Sousa (2008, p. 12), que os acidentes podem implicar em “[...] consequência maiores podendo haver vítimas fatais, além de interrupção da produção, prejuízos financeiros com indenizações, reconstrução e aquisição de novos equipamentos”.

No tocante aos acidentes de trabalho no país, mesmo após o advento das Normas Regulamentadoras, conforme Cotomacio (2020, p. 63), “o Brasil ainda ocupa as primeiras posições no *ranking* de acidentes de trabalho no mundo, em 2018 ocupando o quarto lugar, tendo a frequência de um acidente a cada 48 segundos e uma vítima fatal a cada 3 horas e 38 minutos”.

Também neste sentido, de acordo com Melo (2019, p. 1473), o Brasil ocupa posição ruim no cenário mundial, onde os acidentes causam grandes prejuízos ao país, o qual destaca:

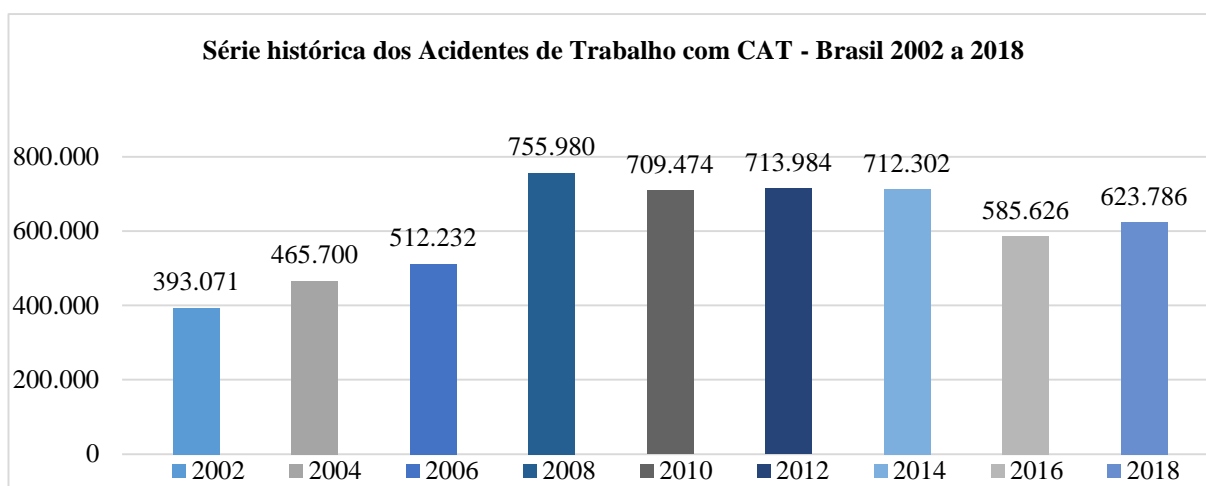
A posição do Brasil no cenário mundial em termos de acidentes e doenças ocupacionais não é nada boa. Conforme dados oficiais ocorrem mais de 700 mil acidentes de trabalho por ano no Brasil, muitas mortes e ainda inúmeros trabalhadores são mutilados ficando incapacitados total ou parcial, provisória ou permanentemente para o trabalho e até para os mais simples atos da vida humana. O gasto da Previdência Social atinge mais de 5% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, além dos gastos a cargo das empresas com horas perdidas de trabalho, indenizações por danos material, moral e estético, das ações regressivas da Previdência Social contra as empresas que agem com culpa e das indenizações coletivas buscadas nas ações coletivas ajuizadas pelo Ministério Público do Trabalho e pelos Sindicatos.

Em parte, esses índices mantem-se em patamar elevado em virtude da cultura negacionista que não reconhece a importância da segurança para o trabalho ou dado o pouco interesse por parte dos empregadores em cumprirem os programas de segurança laboral, conforme destaca Pessoa e Sousa, (2017, p. 207):

O elevado quantitativo de mortes e adoecimentos decorrentes da atividade laboral no Brasil depõe contra esta louvável iniciativa do legislador, revelando um padrão predatório de exploração do trabalho humano e de seu meio ambiente laboral, evidenciando, como regra, que está longe de ser prioridade patronal o investimento mínimo em prevenção aos acidentes de trabalho. Esse descaso empresarial no resguardo da segurança e saúde do trabalhador é facilmente detectável nos números de acidentes e doenças ocorridos no trabalho. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2015), o Brasil só fica atrás da China e dos EUA em números absolutos de acidentes de trabalho fatais.

Sobre o elevado índice de acidentes de trabalho no país, confirmando os autores acima, o gráfico a seguir (figura 5), evidencia os números de acidentes de trabalho notificados no Brasil no período compreendido entre 2002 a 2018 considerando somente os anos pares e a população com vínculo de empregado regular no período.

Figura 5. Gráfico com série histórica dos acidentes de trabalho com CAT⁴ - Brasil 2002 a 2018.



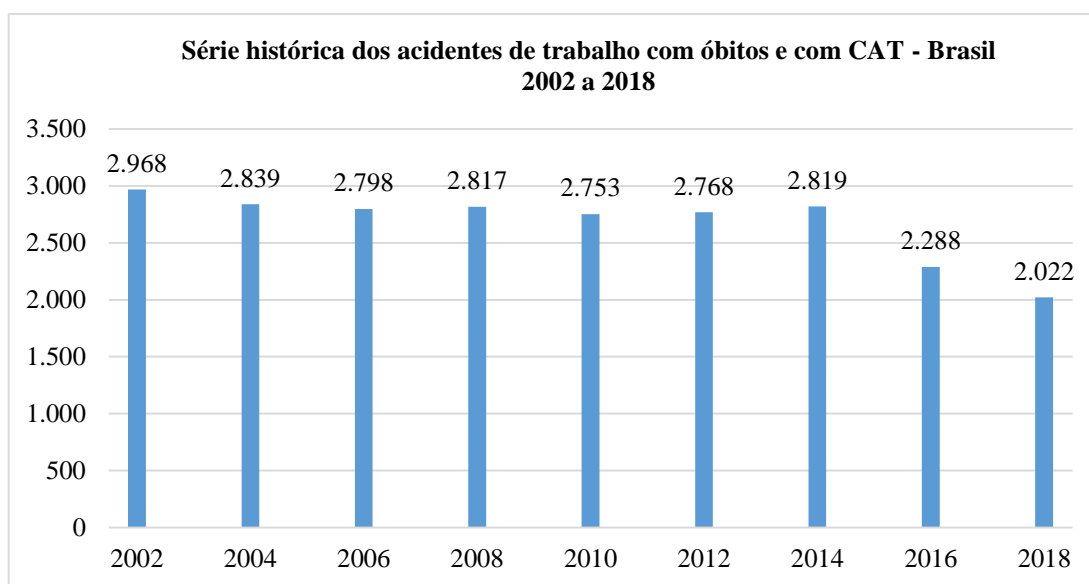
Fonte: BRASIL (2020).

Desta forma, o gráfico da figura 5 mostra que o Brasil manteve-se em elevado índice de acidente de trabalho, com um platô elevado relativo ao número de acidentes a cada ano, mantendo uma média superior a 500 (quinhentas) mil ocorrências desde de 2006, considerando os dados oficiais relacionados aos trabalhadores formais distribuídos nas diversas categorias de trabalhos.

Observando agora, os dados no gráfico a seguir (figura 6), nota-se a evolução no número de notificações sobre os óbitos derivados de acidentes de trabalho, no intervalo entre 2002 a 2018, considerando também apenas os anos pares e a população com vínculo de empregado regular. Esse alto índice no país, reforça o que assevera Melo (2019), no qual o Brasil se mantém em um platô de frequência de acidentes com óbitos o que o coloca nas primeiras posições nesse *ranking* mundial.

⁴ Comunicação de Acidente de Trabalho

Figura 6. Gráfico com série histórica dos acidentes de trabalho com óbitos e com CAT - Brasil 2002 a 2018.



Fonte: BRASIL (2020).

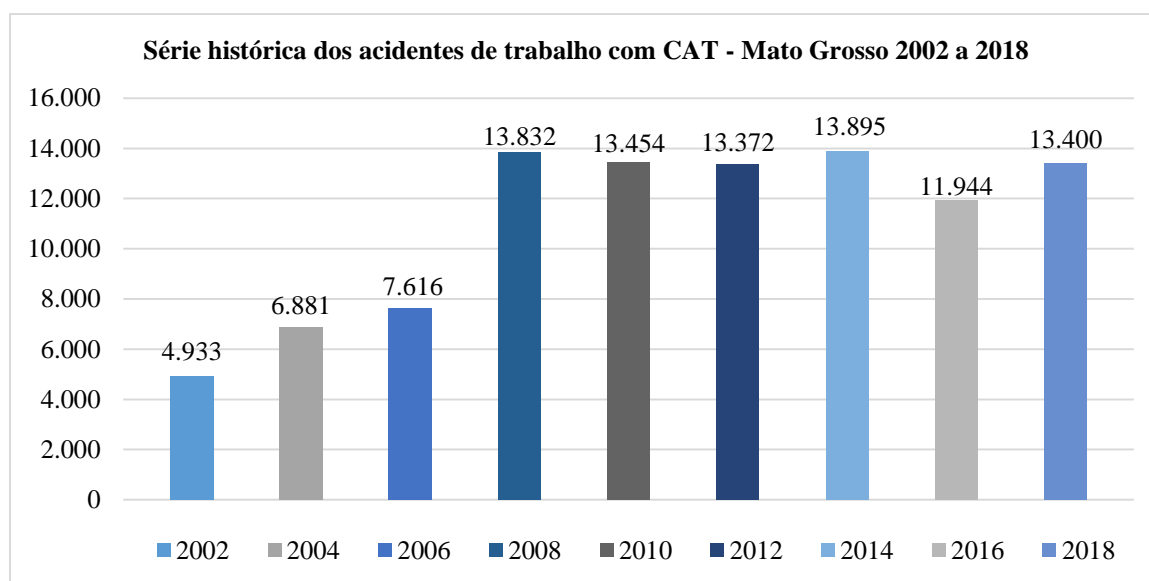
No gráfico da figura 6, observou-se que a manutenção no elevado índice de acidente no quesito óbitos no Brasil, mantendo-se em patamares entre dois mil e três mil acidentes fatais em cada ano considerando os dados oficiais e distribuídos nas diversas categorias de trabalhos.

Igualmente ao Brasil, em Mato de Grosso não há registros estatísticos de acidentes de trabalho com caldeiras e nem tão pouco sabe-se a quantidade de caldeiras instaladas ou em funcionamento. Entretanto, conhecer os dados sobre esses equipamentos instalados e os acidentes ocorridos com eles, pode contribuir para prevenção de outros acidentes nessa área, conforme assegura Caneparo (2019, p. 6), “os acidentes ocorridos em caldeiras e vasos de pressão são de extrema importância, pois por meio deles poder-se-á entender as causas e prevenir futuros acidentes”.

Do contrário, segundo Tanner (2021) o que não sabemos pode nos prejudicar, ou nossa falta de compreensão ou de conhecimento dos perigos da segurança de caldeiras e vasos de pressão coloca a todos em risco.

O gráfico a seguir (figura 7), evidencia o número a acidentes de trabalho notificados em Mato Grosso, no intervalo compreendido entre 2002 a 2018, considerando somente os anos pares e a população com vínculo de empregado regular no período.

Figura 7. Gráfico com série histórica dos acidentes de trabalho com CAT - Mato Grosso 2002 a 2018.

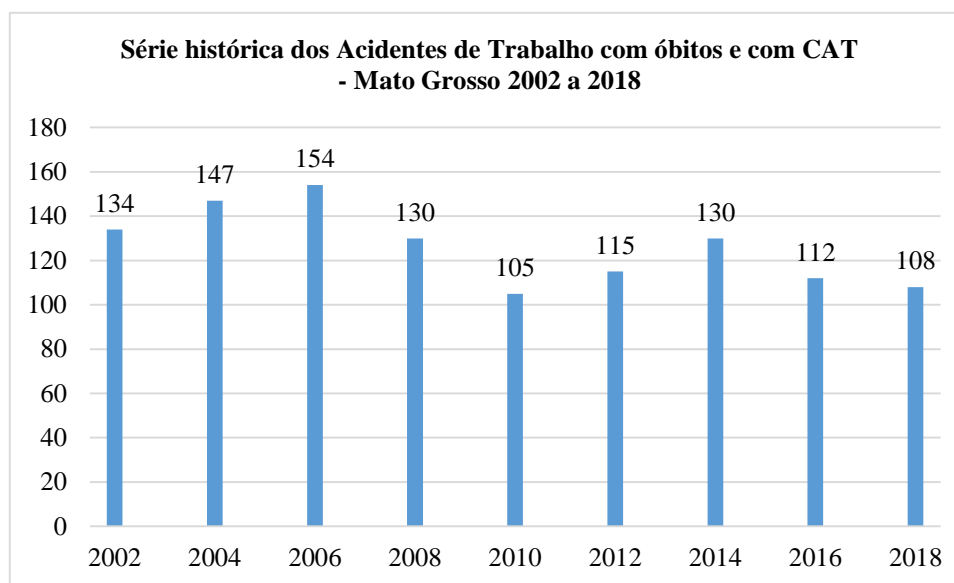


Fonte: BRASIL (2020).

Assim, no gráfico da figura 7, revelou-se o elevado índice de acidentes de trabalho e com tendência crescente dos números nos últimos anos, se comparados aos primeiros anos analisados, com patamares acima dos 10.000 (dez mil) acidentes a cada ano desde 2008, considerando ainda, que são os dados oficiais e distribuídos nas diversas categorias de trabalho no Estado.

Observou-se no gráfico a seguir (figura 8), a evolução no número de notificações sobre óbitos derivados de acidentes de trabalho em Mato Grosso, no intervalo compreendido entre 2002 a 2018, considerando também somente anos pares e a população com vínculo de empregado regular no período.

Figura 8. Gráfico com série histórica dos Acidentes de Trabalho com óbitos e com CAT - Mato Grosso 2002 a 2018.



Fonte: BRASIL (2020).

No gráfico da figura 8 demonstrou-se a manutenção do índice de acidentes com óbitos no estado no período em estudo com uma constante frequência acima 100 (cem) casos por ano, no quesito óbitos em trabalho, considerando os dados oficiais e distribuídos nas diversas categorias de trabalhos.

Notou-se também, que similar aos dados do Brasil, os índices de acidentes com óbitos no estado encontram-se em nível de platô com frequência elevada e perene que coloca o estado entre as primeiras posições do país, nesse *ranking*, proporcionalmente a quantidade de trabalhadores que representa.

2.4 Evolução da segurança e saúde do trabalho, aspecto histórico e as primeiras leis de proteção ao trabalhador no mundo

Segundo Chagas et al. (2012, p. 22), “o trabalho está associado a fonte de lesões, adoecimento e morte, sendo esse fato conhecido desde a antiguidade, pois ainda que, de maneira esparsa, há citações de acidentes de trabalho em diversos documentos antigos”.

E a própria palavra trabalho vem carregada de sofrimento, conforme sustenta Ferreira (2019, p. 12), “a palavra trabalho vem do termo latim *tripallium*, que significa três paus, tendo assim conotação de sofrimento, uma vez que se refere a uma ferramenta usada como instrumento de tortura, utilizada para subjugar os animais e forçar escravos a aumentar a sua produção”.

De acordo com Chagas et al. (2012, p. 22), “dois mil anos antes da nossa Era, Hipócrates, conhecido como o Pai da Medicina, já registrava casos de intoxicação por chumbo encontrada em trabalhadores mineiros”. Ele também, já relatava o sofrimento imposto aos trabalhadores das minas ainda no tempo dos romanos.

Contribuindo neste sentido, afiança Ferreira (2019, p. 14), “o tema Segurança do Trabalho foi colocado em pauta pela primeira vez por Plínio, O Velho, (23-79 d.C.) em sua publicação da História Natural, ele falava sobre o chumbo, mercúrio e poeiras”. Já neste trabalho, recomendava que os trabalhadores fizessem uso de máscaras protetoras no desempenho das suas atividades como medida de segurança.

Com o advento da Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra, tornou-se fato histórico a contribuição significativa do aumento dos problemas de saúde relacionados ao trabalho, como garante Chagas et al. (2012, p. 22):

A Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII, trouxe aumento notável do número de agravos relacionados ao trabalho. Isso foi fruto do uso crescente de máquinas, do acúmulo de operários em locais confinados, das longas jornadas laborais, da utilização de crianças nas atividades industriais, das péssimas condições de salubridade nos ambientes fabris, entre outras razões.

Ainda no período da Revolução Industrial, segundo Aguiar (2018, p. 12):

Um médico italiano chamado Bernardino Ramazzini, considerado o pai da medicina do trabalho, publicou em 1700 a obra *De Morbis Artificum Diatriba*, que em livre tradução seria; As Doenças do Trabalho, relacionava os riscos à saúde ocasionados por agentes presentes nas atividades nas diversas ocupações da época.

Deu-se então que, em 1802, o mundo teve a primeira lei de proteção aos trabalhadores vigorando, segundo Ferreira (2019, p. 15), sendo ela:

A Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes, que estabelecia o limite de trabalho diário em 12 horas, obrigava a ventilação das fábricas e determinava a realização da limpeza das paredes das fábricas, duas vezes por ano, tendo essas medidas, contribuído na redução do número de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais.

Mais adiante, em 1833, de acordo com Aguiar (2018, p. 13):

Surge a primeira legislação eficiente para a proteção do trabalhador, a *Factory Act* ou Lei das Fábricas, para ser aplicada nas indústrias têxteis onde era utilizada força hidráulica ou a vapor para o funcionamento das máquinas, onde descreve o conjunto das normas, que previa: a proibição do trabalho noturno aos menores de dezoito anos, restrição do horário de trabalho para 12 horas diárias e 96 horas por semana, obrigatoriedade de escolas nas fábricas para os menores de 13 anos, idade mínima de trabalho passou a ser 9 anos e obrigatoriedade da presença de um médico nas fábricas.

Por fim, citando Melo (2019, p. 1460), após mais de um século das primeiras leis de proteção ao trabalho, foi criada:

A Organização Internacional do Trabalho – OIT – foi fundada em 11 de abril de 1919 como parte do Tratado de Versalhes, para promover a luta pela justiça social e pelo trabalho decente como norte das ações desenvolvidas pela organização. Criada em 1919, após a Primeira Guerra Mundial, a Organização Internacional do Trabalho – OIT –, órgão tripartite, composto por empregados, empregadores e os Estados, acabou de completar 100 anos de atuação por justiça social em todo o mundo.

A partir dessas iniciativas, as leis passaram por aprimoramentos contínuos e outras foram criadas e ao mesmo tempo foi-se disseminando mundo afora.

2.5 Evolução da segurança e saúde do trabalho e contexto das sete leis de proteção ao trabalho no Brasil

No Brasil, conforme assegura Melo (2019, p. 1460), “o mesmo fenômeno ocorreu, embora de forma mais tardia”. Ainda, segundo o mesmo autor “podemos considerar o marco inicial da criação de lei de proteção ao trabalhador brasileiro o ano de 1919, por consequência do Tratado de Versailles, que criou a OIT - Organização Internacional do Trabalho”, tendo como objetivo a promoção à justiça social, entidade que possui sede em Genebra, substituiu a Associação Internacional de proteção do trabalho.

A partir daí, de acordo com Cereza e Carraro (2019, p. 72):

Deu-se a criação do Decreto nº 3.724, de 15 de janeiro de 1919, considerada a primeira lei acidentária no Brasil e que tratou de forma específica do acidente do trabalho no país, equiparando os trabalhadores empregados nos estabelecimentos industriais, a teoria do risco profissional que já era defendida na doutrina europeia.

Em seu artigo 1º, esse Decreto definia como acidente do trabalho: (a) o produzido por uma causa súbita, violenta, externa e involuntário no exercício do trabalho, determinado lesões corporais ou perturbações funcionais, que constituam a causa única da morte ou perda total, ou parcial, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho; (b) a moléstia contraída exclusivamente pelo exercício do trabalho, quando este fosse de natureza a só por si causá-la, e desde que determine a morte do operário, ou perda total, ou parcial, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Já em 1934, o então Presidente Getúlio Vargas promulgou o Decreto nº 24.637, acerca do acidente de trabalho, que foi considerada a segunda lei de proteção ao trabalhador brasileiro e previa:

Em seu artigo 1º, que o acidente do trabalho, para os fins da presente lei, toda lesão corporal, perturbação funcional, ou doença produzida pelo exercício do trabalho ou em consequência dele, que determine a morte, ou a suspensão ou limitação, permanente ou temporária, total ou parcial, da capacidade para o trabalho (ARAÚJO, 2020, p. 4).

Um avanço visto nesta lei foi o fato de reconhecer em seu § 1º as doenças profissionais, para os efeitos da presente lei, além das inerentes ou peculiares a determinados ramos de atividade, as resultantes exclusivamente do exercício do trabalho, as resultantes exclusivamente especiais ou excepcionais em que o mesmo for realizado, não sendo assim consideradas as endêmicas quando por elas forem atingidos empregados habitantes da região. E ainda, em seu § 2º determinava que o Ministério do Trabalho, organizasse e publicasse a relação das doenças profissionais inerentes ou peculiares a determinados ramos de atividades.

A terceira lei, segundo Araújo (2020, p. 5), deu-se por meio do:

Decreto-lei nº 5.452 de 1º de Maio de 1943, criando a Consolidação da Leis do Trabalho - CLT, que em seu Capítulo V, tratou sobre a prevenção contra acidentes do trabalho e regulamentou a segurança e a medicina do trabalho, dos artigos 154 a 201, sendo, por força no disposto no artigo 200, da CLT, que o Ministério do Trabalho da Indústria e do Comércio, viria mais tarde expedir as Normas Regulamentadoras (NR's), para tratar de cada situação de risco.

Logo depois, em 1944 segundo Araújo (2020, p. 5), veio a quarta lei, sendo esta:

Decreto-lei nº 7.036, de 10 de novembro de 1944, que ampliou o conceito de acidente de trabalho para abranger aquele que ocorresse durante o intervalo para as refeições, ou destinado a satisfazer necessidades fisiológicas ou destinado ao descanso no local de trabalho, incorporando as concausas e o acidente *in itinere*, instituindo ainda a obrigação, para o empregador, de proporcionar a seus empregados a máxima segurança e higiene no trabalho. Esse Decreto também definia as duas categorias de doenças, a saber: a doença profissional e as doenças do trabalho.

O Decreto-Lei nº 293, de 28 de fevereiro de 1967, foi a quinta lei protecionista, mas, segundo Araújo (2020, p. 6), “esse Decreto, trouxe inegável retrocesso e teve duração de apenas seis meses, sendo considerado como um dos diplomas legais mais impróprios, afastando tudo que havia sido conquistado na legislação sobre infortúnios aos trabalhadores [...]”

A Lei nº 6.367, de 19 de outubro de 1976, foi sexta lei de proteção ao trabalho, a qual segundo Araújo (2020, p. 6), “essa lei manteve as linhas básica da lei anterior, evoluindo o conceito de acidente do trabalho e suas causas, passando a considerar a doença oriunda da contaminação acidental dos trabalhadores da área médica com situação equiparada a acidente do trabalho”.

Por fim, a Lei nº 8.213 de 19 de julho de 1991, fecha o ciclo de evolução das sete leis criadas no Brasil até o momento. Sendo ela, a mais recente, estabelece a definição do que é um acidente de trabalho, bem como, a responsabilidade do empregador, no tocante a gestão de segurança do trabalho no âmbito de cada empresa (BRASIL, 2020).

Para Araújo (2020, p. 6), “essa lei foi promulgada em harmonia com os ditames da

Constituição da República de 1988”. Nela os acidentes de trabalho estão disciplinados nos artigos 19 a 23 da mencionada Lei, regulamentada pelo Decreto 3.048, de 06 de maio de 1999, encontrando-se em vigor na legislação pátria.

Assim, em seu artigo 19, a Lei nº 8.213, define:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (BRASIL, 2020, p. 10).

Também define que, equipara-se a acidente do trabalho nos termos do artigo anterior, as seguintes entidades mórbidas, definidas no artigo 20 da Lei nº 8.213, sendo:

I - doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;
II - doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I (BRASIL, 2020, p. 11).

Dessa forma, citando Michel (2008, p. 48), a atual legislação brasileira considera acidente de trabalho como: “[...] todo aquele decorrente do exercício do trabalho e que provoca, direta ou indiretamente, lesão, perturbação funcional ou lesão, ficando condicionado para a lei que haja um prejuízo físico ou funcional sofrido pelo trabalhador”.

Também, com base nesse artigo, a empresa, será sempre a maior responsável e por isso mesmo, tem o dever de zelar pela integridade física de cada trabalhador que lhe presta um serviço, seja de forma direta ou indireta.

Precipualemente, confirma Brandão (2006, p. 19), que um avanço nesse sentido, veio com o Código Civil de 2002, em seu artigo 927, algo significativo e inovador.

[...] ao impor a obrigação de reparo pelo dano, independente de culpa, quando a atividade normalmente exercida pelo o autor do prejuízo implique, por sua natureza, riscos para o direito de outrem. Segundo esse entendimento, um gestor de uma caldeira, por exemplo passa a responder não somente em caso de dolo ou culpa, mas ficando evidente que passa a valer a responsabilidade objetiva.

Nota-se, que as leis de proteção ao trabalhador no Brasil, até aqui descritas apresentam algo comum a todas, o fato de considerar acidente do trabalho, eventos que causem algum prejuízo físico ou funcional para o segurado trabalhador. Nesse sentido, no caso dos geradores de vapor, só seria considerado acidentes os casos com algum prejuízo para as pessoas, tais como uma queimadura, uma fratura, uma doença causada pelos riscos da atividade na área ou a perda da vida causada pelo exercício do trabalho, entre outras situações.

Em outro giro, ampliando esse conceito, Cotomaico (2020, p. 61), destaca o conceito prevencionista em que os acidentes de trabalho são:

[...] qualquer ocorrências não-programadas, inesperadas ou não, que interrompem ou interferem no processo normal de uma atividade, ocasionando perda de tempo útil e/ou lesões nos trabalhadores e/ou danos materiais e até perda de tempo por causa do acidente.

Nesse caso, essa definição, considera acidente qualquer situação que seja contrária ao andamento normal das atividades. Segundo esse conceito, a paralisação de uma caldeira, seja por operação incorreta, por falta de manutenção adequada ou ainda por interdição deve ser considerada um acidente de trabalho.

Assim então, de acordo com Cotomacio (2020, p. 61), “a referida definição considera acidente de trabalho também o fato denominado de incidente, quando não ocorreu uma lesão, mas apenas prejuízos ou danos materiais”. Nesse sentido, acidente é uma ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou possa resultar lesão pessoal.

Com pensamento similar, Sousa (2008, p. 12), sinaliza que: “os acidentes podem implicar em consequência severas podendo haver vítimas fatais, interrupção da produção, prejuízos financeiros com indenizações, reconstrução e aquisição de novos equipamentos, ou seja, custos diretos e indiretos associados”.

Dessa forma, como assegura Brandão (2006, p. 29), “o problema em torno da ocorrência dos acidentes de trabalho no Brasil é um tema que deveria preocupar os atores sociais envolvidos direta ou indiretamente, seja representantes de trabalhadores, de empresários bem como o governo”.

Observa-se então que, acidentes vão muito além de ter ou não vítimas e o interesse na prevenção deve ser partir do estado, dos empregadores e dos empregados.

Como destaca Melo (2019, p. 1476) o maior interessado deve ser o trabalhador e:

Por isso, é preciso louvar os 100 anos de fundação da OIT, aplaudir suas políticas em prol da justiça social e cumprir as Convenções 148 e 155, as quais garantem que os agentes e as substâncias químicas, físicas e biológicas, métodos e condições de trabalho estejam sob o mais absoluto controle, não envolvam riscos para a saúde dos trabalhadores, que sejam tomadas as medidas de proteção adequadas, tudo com o fim de evitar os efeitos prejudiciais para a saúde humana.

Portanto, como foi visto, o Brasil já convive a mais de um século com leis de proteção para o trabalho, imbuídas em propósito da melhoria das condições de segurança, sendo essas

disponíveis a todos, com informações facilmente acessíveis, não cabendo portanto, o argumento da falta de leis nem de informações que visem a garantia mínima da segurança para os trabalhos, especialmente àqueles que trabalhem em ambientes ou equipamentos com maior potencial de danos a vida e a saúde.

É preciso observar ainda, conforme destaca Melo (2019, p. 1475), a possibilidade de um horizonte turvo tanto no tocante aos avanços na legislação quanto ao processo de cumprimento das normas de segurança pelos empregadores, em face a conjuntura política atual do país que demonstra um aparente quadro de desinteresse por parte do governo nas ações de fiscalização do órgão responsável, como o autor destaca:

Para piorar a situação a fiscalização do trabalho está cada dia mais ineficiente por falta de condições de trabalho dos agentes do antigo Ministério do Trabalho, os quais carecem de recursos humanos e materiais e o número é diminuto em face da quantidade de empresas que têm para fiscalizar.

Afirmção como essa, ganha contorno de verdade, quando se observa a revogação de duas Normas Regulamentadoras nos últimos dois anos, entre elas a NR 2 – Inspeção Prévia e a NR 27 – Registro Profissional do Técnico em Segurança do Trabalho.

Sendo de fato isso uma verdade, também poderá contribuir para um quadro de menor preocupação com a segurança ocupacional dentro das organizações, segundo atesta Filgueiras (2017), as características básicas no padrão de gestão da segurança e saúde do trabalho no Brasil, que segundo ele seria: a ocultação, a individualização e a confrontação direta. Esse tripé ocorre a defesa do padrão de gestão predatório que sustenta sua reprodução. Ele resume e define assim cada uma:

1 - Ocultação – é a prática patronal de não reconhecer os riscos ocupacionais e o adoecimento relacionado ao trabalho. Ao ocultar riscos e acidentes, tende-se a eliminar questionamentos sobre as condições de trabalho, já que estas aparecem como pretensamente hígdas, facilitando a perpetuação do modo como a força de trabalho é gerida.

2 - Individualização – é a forma de abordar a saúde e segurança do trabalho que foca o indivíduo, em detrimento do ambiente de trabalho. Os debates e as ações priorizam ou são exclusivamente direcionados à figura do trabalhador, especialmente ao seu comportamento e aos equipamentos de proteção individual. Desse modo, os empregadores buscam transferir responsabilidades pelos agravos e manter intacta a forma de gestão do trabalho que engendra os acidentes.

3 - Confrontação direta à regulação limitadora: são as posturas de enfrentamento e resistência aos parâmetros de proteção da integridade física dos trabalhadores, especialmente a legislação trabalhista. A confrontação direta abarca desde a formulação e prescrição de regras, até a observância às determinações legais, consistindo na defesa explícita da manutenção ou aprofundamento do padrão de gestão predatório. (FILGUEIRAS, 2017, p. 22).

Segundo esse conceito, em geral, as empresas no Brasil apresentam essas três práticas como parte da sua gestão da saúde e segurança do trabalho, que além de não serem excludentes, essas posturas, em geral, se retroalimentam.

2.6 Necessidades e formas de gerenciar os riscos com geradores de vapor

Para Esouilem, Bouzid e Nadeau (2019), “a ausência ou falha do sistema de gestão de saúde e segurança é, em geral, a principal causa dos acidentes”.

Os cuidados para gerenciar e controlar os riscos com caldeiras é uma atribuição principalmente das empresas e nesse sentido, destaca Proteção (1995), mesmo sendo reconhecida a sua importância, considerando-se ainda, o grande salto obtido nos conhecimentos técnicos e tecnológicos nos últimos anos e da obrigatoriedade ao atendimento às legislações vigentes, tanto no aspecto de segurança como ambiental, ainda são vistas situações onde há deficiências e até mesmo ausência total de gerenciamento e controle dos riscos com caldeiras.

E ainda, mais que uma obrigação, destaca Pires (2005, p. 48):

A gestão de segurança do equipamento caldeira por parte das empresas deve ser feita independentemente de ocorrer ou não fiscalização. Sendo um equipamento que opera sob pressão elevada, se os requisitos mínimos de segurança não forem observados, coloca em risco não apenas os trabalhadores do estabelecimento, mas também a coletividade residente no entorno da empresa.

No caso das caldeiras gerenciar seus riscos seria, de acordo com Pera (1990, p. 32.1):

Os cuidados que devem ser observados desde a: (a) a especificação junto ao fornecedor, garantindo o atendimento dos requisitos das normas; (b) na fabricação e construção observando a seleção dos materiais a serem empregados; (c) durante a instalação e a montagem garantindo a qualidade das peças e serviços, os testes, aferição dos componentes, acessórios e instrumentos; (d) desenvolver e garantir o programa de manutenções preventivas, programadas e legais; (e) garantir uma rotina de operação com qualificação e seguindo prática de rotinas estabelecido.

Na questão de gerenciamento de riscos em equipamentos de processo, outros países, apresentam-se em níveis bem mais adiantados que o Brasil, possuindo estudos das situações geradoras de incidentes e indicando modelos de gestão de riscos mais apropriados. Nesse sentido, o trabalho apresentado por Esouilem, Bouzid e Nadeau (2019), no qual foi avaliado 50 (cinquenta) casos de acidentes ocorridos no Canadá e nos Estados Unidos entre 1997 e 2017, relacionados a vasos de pressão e tubulações na indústria petroquímica e nuclear, revela a preocupação em gerenciar os riscos em cada processo. O estudo que teve duração de 20 (vinte) anos concluiu que os acidentes ocorrem principalmente por origem técnica e/ou causas organizacionais. Nesse caso, foi observado que 37% dos acidentes tiveram origem puramente

técnica, sendo desses, 67% por falhas estruturais e 33% devidos as falhas por vazamentos. Já os acidentes por causas organizacionais representaram 63% do total dos acidentes, dos quais cinco situações tiveram destaques a saber: 26% devido a falha de OHS⁵, 24% devido a não conformidades, 20% devido a erros de manutenção, 16% devido à subcontratação de pequenas e médias empresas e 14% devido à falta de treinamentos e capacitações.

Também, Tanner (2021) apresentou outro exemplo de gestão do controle de riscos, em relatório compilado com os dados de incidentes nos EUA relacionados as caldeiras no ano de 2001, identificando as diversas falhas registradas que levaram a situações dos incidentes, com possibilidade de lesão ou morte ocorridas no setor, resumidas na tabela 3 abaixo.

Tabela 3. Principais situações de incidentes com caldeiras nos EUA em 2001.

Fatores relacionados aos incidentes com caldeiras em geral	Incidentes	Lesões	Mortes
Válvula de segurança	12	0	0
Água baixa	875	4	0
Controle de limite	44	0	0
Instalação inadequada	25	2	0
Reparação inadequada	22	3	0
Projeto ou fabricação defeituosa	63	0	0
Erro do operador ou manutenção deficiente	748	51	7
Falha do queimador	84	2	0
Desconhecido / Sob investigação	145	4	1
TOTAL	2018	66	8

Fonte: adaptada de Tanner (2021).

Dessa forma, Esquilem, Bouzid e Nadeau (2019), concluem em sua análise que:

[...] a principal causa de dois terços dos acidentes documentados é um problema organizacional que inclui não conformidade com as normas, violação da gestão de saúde e segurança ou sua ausência, deficiência de treinamento, não conformidade com procedimentos de trabalho e ausência de Procedimentos de manutenção.

Nesse sentido, para Silva (2008, p. 122), é um dever da organização implantar um sistema de gestão que atenda aos requisitos da norma, seja através de modelos já existentes ou

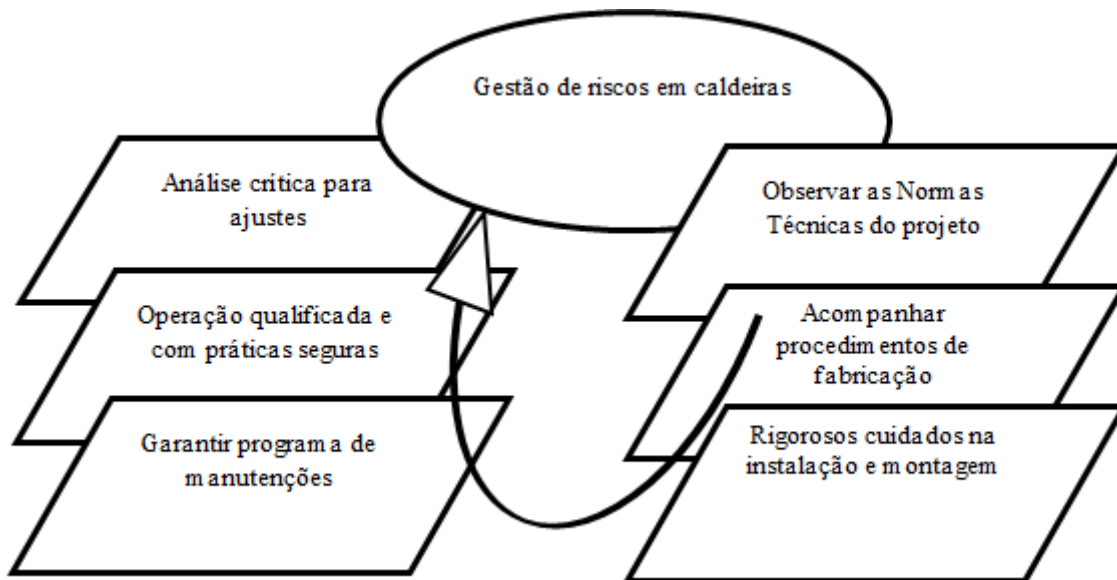
⁵ *Occupational Health and Safety (OHS)* – conjunto de procedimentos com obrigações aos empregadores para identificar perigos e determinar a execução das atividades de forma segura no local de trabalho ou nos processos de trabalho.

ainda criar um modelo próprio que atenda suas necessidades e especificidades, porém devendo ser adequados as normas visto que elas devem ser cumpridas por todos a quem ela se aplique.

Uma das normas mais conhecidas e aplicáveis quanto à Segurança e Saúde no Trabalho (SST) é a OHSAS, sigla em inglês para *Occupational Health and Safety Assessment Series*, cuja tradução é: Série de Avaliação de Saúde e Segurança Ocupacional. A OHSAS 18001 é uma ferramenta que permite as empresas sistematicamente controlar e melhorar o nível do desempenho da saúde e segurança do trabalho por elas mesmos estabelecidos.

A figura 9 resume a teoria de Pera, sobre as barreiras de controle no gerenciamento dos riscos em caldeiras desde a concepção de projeto, a fabricação, a instalação, a operação e as manutenções correlacionadas com metodologia da OHSAS 18001.

Figura 9. Elementos de um Sistema de Gestão de Segurança com caldeiras.



Fonte: adaptada de CICCO (2007) e Pera (1990).

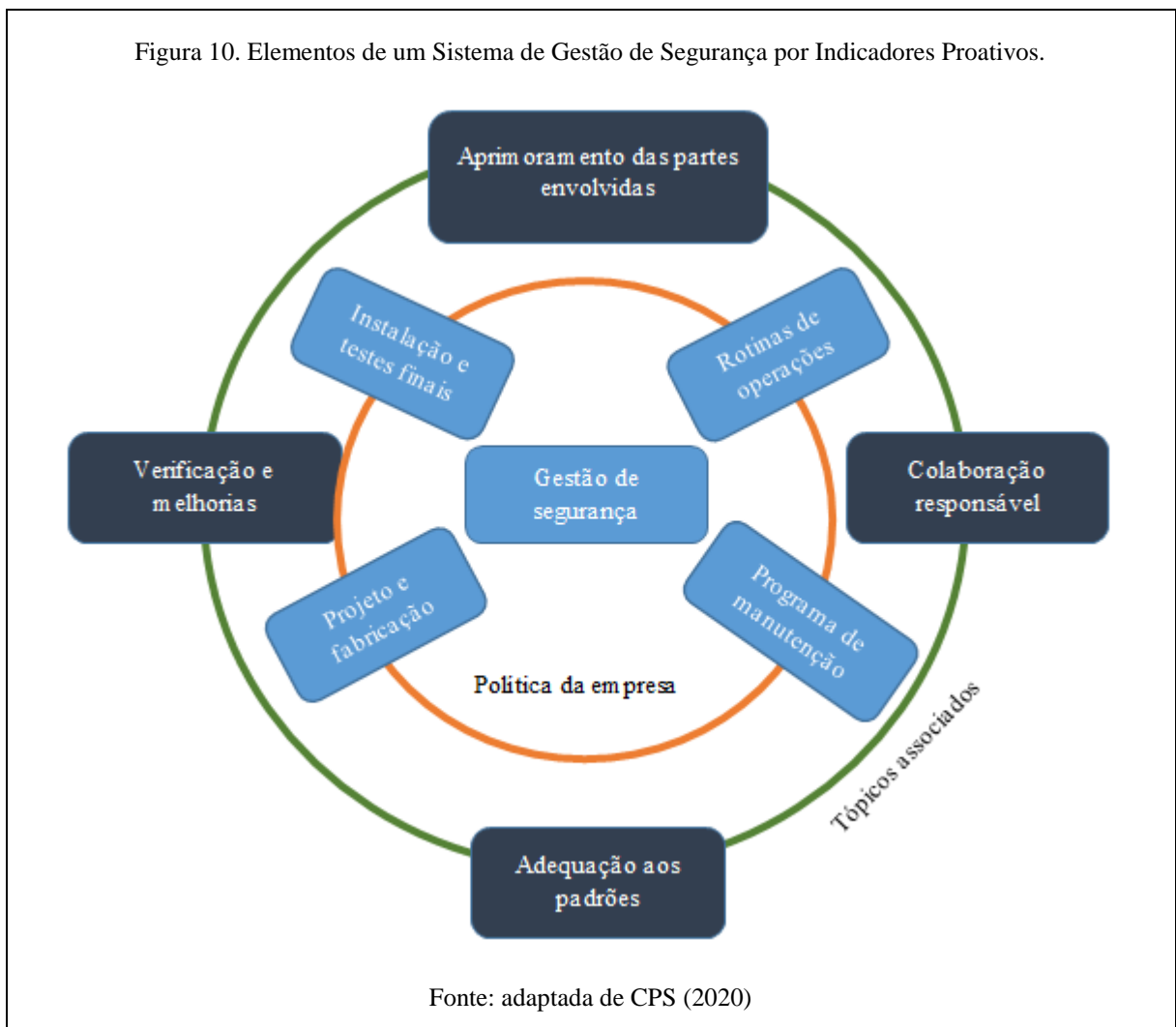
Nesse sentido a gestão de riscos com caldeiras, deve ser pensada, de acordo com a necessidade de introdução de barreiras preventivas, como assegura Torreira (1999, p. 674):

[...] torna-se necessário lançar mão de várias formas de controle, desde dispositivos de segurança e bloqueio, acessórios auxiliares na operação segura, mas, principalmente através do conhecimento técnico aplicado em cada caldeira, possibilitando a antecipação aos riscos nessa atividade.

É preciso destacar ainda, nesse mesmo sentido, conforme assevera Veloso (2019):

Somente empresas com uma gestão de riscos muito forte mantêm uma diretriz de segurança com respostas eficientes. Mantendo atenção e controle rigorosos em itens como integridade de ativos, cultura de segurança, comunicação de riscos e gestão de mudanças, principalmente em períodos de crise, quando a necessidade de controle de custos é muito forte e pode vir a influenciar a tomada de decisão, impactando a confiabilidade das barreiras de proteção.

Existem também, guias internacionais com informações e orientações que norteiam a implementação nas empresas de sistemas de gestão de segurança, como por exemplo, o CPS (2020), em sua publicação *Process Safety Metrics: Guide for Selecting Leading and Lagging Metrics*, 2018 que traz uma proposta de modelo de sistemas de gerenciamento para os quais os indicadores proativos foram desenvolvidos com cinco princípios e quatro tópicos associados, para ajudar as organizações a gerenciar efetivamente os riscos em segurança dos processos. Esse processo de gerenciamento está representado na figura 10 a seguir.



Para que um programa de gestão, como medidas recomendadas deem respostas positivas deve-se dispor de um processo de gerenciamento de riscos que contemple a prevenção das

falhas. Pois, como afirma Torreira (1999, p. 555), “um eficiente sistema de gestão com caldeira, embora não consiga eliminar todos os riscos, pode reduzir boa parte deles”.

2.7 Os riscos e a responsabilidade legal pelo controle

De acordo com Oliveira (2018), citando um trabalho pioneiro sobre a temática riscos, produzido pela então Comissão de Energia Atômica - *Atomic Energy Commission (AEC)* dos Estados Unidos, denominado Estudo de Segurança de Reatores *Reactor Safety Study* ou RSS. No qual foram apresentadas duas definições de riscos, uma traduzindo o significado do conceito para o público e outra voltada para os técnicos visando à quantificação comparativa do risco social.

Desta forma, o próprio autor assim apresenta a tradução desse conceito como:

Risco é uma palavra comumente usada que carrega uma variedade de significados para diferentes pessoas. Uma definição de dicionário é: a possibilidade de perda ou ferimento para pessoas ou propriedade. Neste estudo são feitas estimativas de fatalidades e ferimentos potenciais para pessoas e de danos resultantes tanto de acidentes em centrais nucleares de potência como de acidentes não nucleares. Ênfase especial será colocada no risco para a saúde e a segurança do público em geral. Para fornecer uma base para a comparação quantitativa dos riscos sociais de acidentes, a seguinte definição técnica de risco é usada:
$$\text{Risco} \{ \text{consequência} / (\text{unidade de tempo}) \} = \text{Frequência} \{ \text{eventos} / (\text{unidade de tempo}) \} \times \text{Magnitude} \{ \text{consequências/evento} \}.$$

Para Fábio e Berbel (2019, p. 90), o conceito de risco “está associado à possibilidade de sucessão de acontecimentos infortunados que ocasionam perdas, que por sua vez, consiste na possibilidade de ferimento ou efeitos adversos à saúde de uma pessoa quando exposta ao perigo”.

Em um ponto todos convergem, os riscos trazem possibilidades de perdas e prejuízos em algum momento às partes envolvidas. Para reduzir ou controlar esses riscos, especialmente os que sujeitam terceiros há algumas obrigações legais previstas, deve-se possuir conhecimentos sobre a temática.

Risco com geradores de vapor é uma afirmação praticamente unanime entre os autores, que confirmam:

Os riscos em uma caldeira, independente de tamanho ou modelo, e ainda, esses riscos de acidentes com caldeiras podem ser caracterizados por grande quantidade de variáveis, não apenas de operação, mas envolve a fabricação a instalação e conservação do equipamento, entre outros (MAGRINI, 1994, p. 69).

No caso da proteção aos riscos oriundos do trabalho, de acordo com Chagas et al. (2012, p. 26), “a Constituição da República Federativa do Brasil – CRFB, promulgada em 5 de outubro

de 1988, consolidou e ampliou direitos trabalhistas já existentes, além de criar outros”. Entre os mencionados no Artigo 7º sobre os direitos de trabalhadores urbanos e rurais, relacionados de modo direto ou indireto com a segurança e a saúde do trabalhador, destacam-se a obrigatoriedade quanto a:

Redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança (inciso XXII);
Seguro contra acidentes de trabalho, a cargo do empregador, sem excluir a indenização a que este está obrigado, quando incorrer em dolo ou culpa (inciso XXVIII);

Neste mesmo sentido, de acordo com os incisos do artigo 19, da Lei nº 8.213 de 19 de julho de 1991, verificou-se a atribuição da responsabilidade ao empregador, no tocante a gestão de segurança do trabalho no âmbito de cada empresa, conforme definem:

§ 1º A empresa é responsável pela adoção e uso das medidas coletivas e individuais de proteção e segurança da saúde do trabalhador.
§ 2º Constitui contravenção penal, punível com multa, deixar a empresa de cumprir as normas de segurança e higiene do trabalho.
§ 3º É dever da empresa prestar informações pormenorizadas sobre os riscos da operação a executar e do produto a manipular.
§ 4º O Ministério do Trabalho e da Previdência Social fiscalizará e os sindicatos e entidades representativas de classe acompanharão o fiel cumprimento do disposto nos parágrafos anteriores, conforme dispuser o Regulamento (BRASIL, 2020, p. 10).

Por isso, de acordo com Pessoa e Souza (2017, p. 232), “O meio ambiente hígido, incluído o meio ambiente laboral, é um direito difuso de matriz constitucional cuja defesa primordial compete ao poder público”.

Nesse sentido, destaca Silva e Wandelli (2017, p. 330), que:

[...] a responsabilidade civil é um dos campos do direito mais influenciados pelas transformações sociais. Do fundamento quase exclusivo na culpa, próprio de uma concepção liberal clássica de autonomia, evoluiu-se para a construção dos conceitos de risco e de responsabilidade objetiva nele fundada, hipóteses de presunção de nexos causal, responsabilidade solidária de todos os agentes do nexos causal, responsabilidade civil preventiva, como respostas às novas questões afloradas com a sociedade industrial [...].

A considerar essas obrigações, atesta Beux (2014, p. 51), “existe uma certa resistência por parte dos empresários em se adequar as normas visando a segurança e saúde dos trabalhadores”.

Assim também, segundo Melo (2019, p. 1475), relata que nem sempre essas obrigações são bem aceitas por empregadores e o próprio governo, onde segundo ele:

Infelizmente muitos empregadores e o próprio Estado parece que não perceberam ainda que a prevenção de riscos e, conseqüentemente, dos acidentes de trabalho, além de preservar vidas humanas significa melhor qualidade, maior produtividade e competitividade dos produtos e, com isso, mais lucro, que é o principal objetivo do capital.

Com pensamento semelhante, Filgueiras (2017, p. 68), garante que a “[...] gestão da força de trabalho no Brasil como predominantemente predatório, porque tende a desconhecer limites à exploração, caminhando no sentido da dilapidação física daqueles que trabalham”.

O mesmo autor, afirma ainda ser:

[...] uma prática (com variados graus de intencionalidade) que justifica e ajuda a reproduzir o padrão de gestão da força de trabalho prevalecente no país. Trata-se de um padrão de gestão do trabalho predominantemente predatório, que significa um comportamento empresarial que tende a buscar extrair o máximo de excedente do trabalho sem respeitar qualquer limite que considere entrave ao processo de acumulação, engendrando conseqüências deletérias para a saúde e segurança de quem trabalha, comumente caminhando no sentido da dilapidação, inutilização ou mesmo eliminação física dos trabalhadores. (FILGUEIRAS, 2017 p. 148)

Em um sistema de gestão de segurança, com geradores de caldeiras, citando Magrinni, (1994, p. 69), assevera “[...] que o controle dos riscos é intrinsecamente baseado em normas técnicas específicas sobre materiais, procedimentos de fabricação, métodos de controle de qualidade etc.”

Vale destacar que, de acordo com Veloso (2016), que acidentes catastróficos acontecem geralmente por sucessivas falhas, cujas combinações são difíceis de prever e prevenir, por isso, se torna tão importante as proteções, ou seja, de barreiras, visando neutralizar esses eventos.

Assim sendo, torna-se necessário que uma empresa adote uma estratégia de segurança na gestão desses equipamentos compatível com os riscos e suas conseqüências e que contemple todas as fases onde haja possibilidade de falhas no processo.

Por isso, Pera (1990, p. 23.1) ratifica que:

[...] os cuidados com geradores de vapor devem abranger todas as possíveis de falhas, assim também os cuidados devem ocorrer desde a especificação junto fornecedor com requisitos mínimos do equipamento, na aquisição e seleção dos materiais a serem empregados na construção, na qualidade dos serviços executados na montagem, no rigor da realização dos testes finais, na aferição dos componentes, acessórios e instrumentos, fase da entrega a empresa que deve atentar-se na preparação da unidade e na capacitação dos operadores para operar o equipamento dentro dos parâmetros operacionais de segurança e no controle das manutenções preventivas, corretivas e legais, mantendo a caldeira em boas condições de funcionamento e dentro de uma prática de rotinas de controles seguindo um roteiro do que é necessário para cada caldeira.

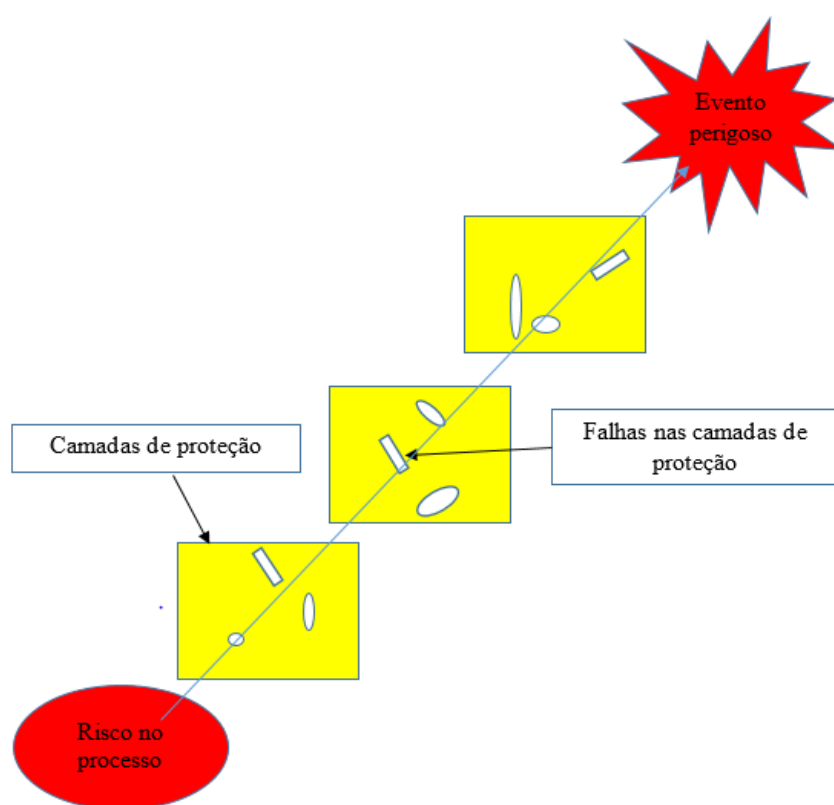
Nesse sentido, um modelo de gestão de riscos bem proposto pode ser visto no guia da

CPS (2020, p. 29), com indicadores de segurança dos processos disponíveis para as organizações e suas medidas, onde contempla os seguintes indicadores de barreiras:

- 1-Barreiras relacionadas aos perigos inerentes às operações que gerenciam materiais e energias perigosas
- 2- Barreiras relacionadas aos fatores imediatos ou causais que resultam na perda de contenção de materiais perigosos e energias que resultam em acidentes com consequências perigosas: fatalidades, lesões, danos ambientais, danos à propriedade e interrupção das atividades.

A figura 11 a seguir, ilustra as barreiras de proteção entre um perigo e um evento indesejável e também as falhas passíveis a existir nesses processos de controle de riscos.

Figura 11. Modelo visual de controle de acidentes pelo sistema de barreiras.



Fonte: adaptado de CPS (2020).

Embora esse modelo se mostre simples demais diante da complexidade em gerenciar processos seguros, serve como um excelente modelo visual para descrever os desafios às camadas de proteção e os pontos fracos dos sistemas de segurança de processo que podem ser efetivamente monitorados com indicadores de segurança de processo.

Uma outra forma de reconhecer e visualizar a gestão de riscos em processos, segundo o guia da CPS (2020), pode ser por meio dos três tipos de indicadores a serem considerados como medidas em diferentes níveis e nos quatro *Tier's* mostrados na figura 12 a seguir.

Os três tipos de indicadores apontados neste guia, são:

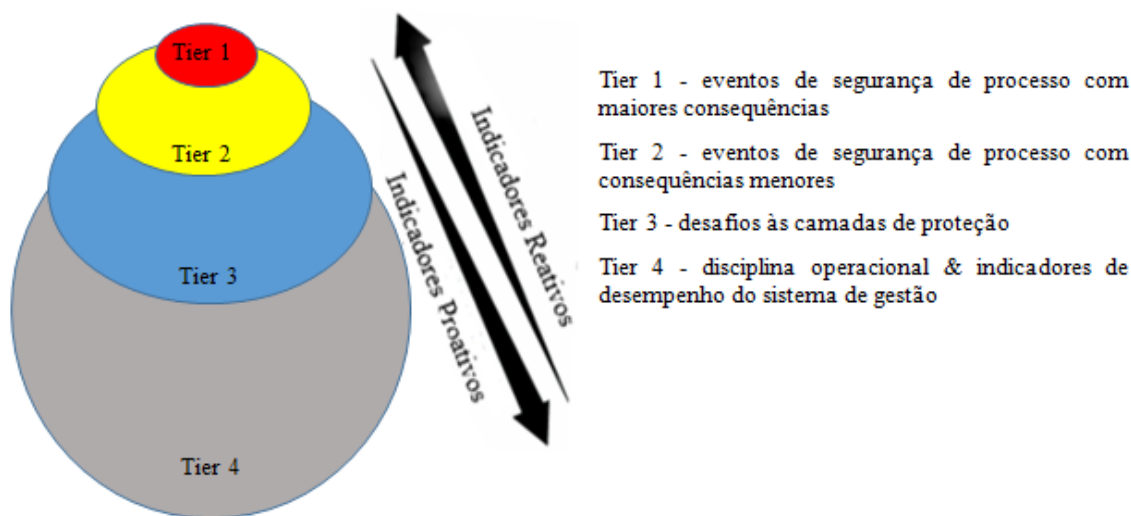
Indicadores Reativos – Um conjunto retrospectivo de indicadores com base em acidentes ocorridos e que atendem a um limite estabelecido de gravidade.

Indicadores de Incidentes – Um conjunto de indicadores com base em incidentes com pouca ou nenhuma consequência (p.e., retrospectiva, Indicadores Reativos) ou de avaliações e observações de desempenho proativas do sistema (p.e., prospectivas, Indicadores Proativos).

Indicadores Proativos – Um conjunto de indicadores voltados para o futuro que indicam o desempenho dos principais processos de trabalho, disciplina operacional ou camadas de proteção que ajudam a evitar possíveis incidentes e acidentes (CPS 2020, p. 8).

Esse processo de gestão está ilustrado na figura 12, que apresenta divisões em quatro níveis separados, com base na gravidade do acidente ou incidente, que ocorreu ou poderia ter ocorrido, representado pelos quatro *Tier's*, (categorias) sendo que os acidentes de maior consequência ocorrendo no nível *Tier 1* (indicadores reativos) e as avaliações de desempenho proativas que ocorrem no nível *Tier 4* (indicadores proativos) e entre esses, os indicadores de nível *Tier 2* e *Tier 3*, como indicadores proativo ou reativo a ser considerado conforme o caso.

Figura 12. Esquema visual de ocorrências de acidentes e os *Tier's* correspondentes aos tipos de indicadores.



Fonte: adaptado de CPS (2020).

Compartilhando de pensamento similar, segundo Veloso (2019), “se um acidente de grandes proporções acontece é por que as barreiras de proteção não foram suficientes e/ou robustas para evitar o evento ou minimizar o seu efeito”. Assim para Veloso 2019:

Um ponto muito importante e de atenção! - é que os riscos catastróficos e a integridade das barreiras de proteção associadas a esses devem ser claramente identificados como elementos críticos, monitorados com alta frequência e gerenciados pelo mais alto nível da organização (presidente e *board*).

Corroborando quanto a importância de um sistema de gerenciamento Silva (2008, p. 122) afirma ser:

[...] um dever da organização implantar um sistema de gestão que atenda aos requisitos da norma, seja através de modelos já existentes ou ainda criar um modelo próprio que atenda suas necessidades e especificidades, porém devendo ser adequados as normas visto que elas devem ser cumpridas por todos a quem ela se aplique.

A gestão de segurança do equipamento caldeira, por parte das empresas segundo Pires, (2005, p. 48), deve ser feita independentemente das cobranças legais, pois, esses equipamentos operam sob pressões elevadas, sendo necessário portanto, que os requisitos mínimos de segurança sejam observados, pois do contrário, coloca em risco não apenas os trabalhadores do estabelecimento, mas também a coletividade residente no entorno da empresa.

2.8 Manutenção de ativos como medidas de segurança

Citando Esquilem, Bouzid e Nadeau (2019), “o planejamento eficaz de gerenciamento e manutenção pode evitar situações inseguras na indústria”.

Entretanto, a cultura de manutenção nas indústrias ainda apresenta picos de interesse com visão de resultados. Como atesta Fuentes (2006, p. 9), “na manutenção da indústria brasileira, existem práticas desde o tipo puramente corretivas, ou seja, quebra-conserta, até técnicas preventivas, suportada no uso de tecnologias e processos avançados”.

Segundo Viana (2013, p. 15), a manutenção deve ser compreendida como uma ação para controlar falhas e restabelecer equipamentos deixando em seu estado operacional, de preferência, com semelhanças próximas do novo.

Assim, há variados níveis e finalidades na função de manutenção, porém, aqui vamos destacar àquelas que atendem aos requisitos da segurança dos equipamentos geradores de vapor no âmbito das instâncias reguladoras.

No que se refere a equipamentos sob pressão, de acordo com Cardoso (2017), foram criados pela Associação Americana de Engenheiros Mecânicos – *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), ainda no século XX, nos Estados Unidos, códigos com intuito de padronizar entre outras fases, o processo envolvido na manutenção destes equipamentos a fim de evitar acidentes.

Sabe-se que a série ISO 55000 (2014) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), traz referências normativas que integram os aspectos essenciais aplicáveis para a gestão

de qualquer tipo de ativo. Ela apresenta uma visão geral da gestão de ativos e ainda fornece contexto para as NBR ISO 55001 e 55002 da ABNT.

Porém, para o propósito desse trabalho, serão consideradas as manutenções estabelecidas na NR-13 que prever em no item, 13.4.4 Inspeção de segurança de caldeiras em várias ocasiões e ainda a necessidade de comprovar as manutenções nas caldeiras, previstas nas inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária, entre outras.

Nesse aspecto, para Fuentes (2008, p. 143), “a manutenção deve ser rigorosa ao elaborar e fazer respeitar os procedimentos de segurança, como também manter em bom estado de funcionamento, como forma de barreiras para evitar os acidentes”. Assim, ele alerta que a deterioração de parte dos equipamentos pode ser causas de futuros acidentes.

Já de acordo com Cardoso (2017, p. 25), a manutenção de ativos é uma forma estratégica de modo a obter uma boa alocação de recursos para a operação, a manutenção e conservação de ativos.

A manutenção deve ser compreendida como um conjunto de pessoas, recursos, políticas e procedimentos, em diferentes níveis de complexidade, com o objetivo de assegurar o alcance ou manutenção de resultados especificados. Por isso mesmo, de acordo com Pires (2005, P. 40), tem sido um equívoco vincular a gestão de segurança e saúde nos locais de trabalho apenas com a fiscalização ou para atender um determinado requisito. Portanto, é preciso que a cultura das manutenções preventivas sejam uma constante no dia a dia do trabalho com caldeiras.

Assim também, confirma Filho (2008, p. 3), “a manutenção em caldeiras é uma parte fundamental para garantir bom funcionamento do gerador de vapor com a segurança necessária”.

A falta de segurança no exercício da manutenção de ativos é algo inadmissível, conforme sustenta Pereira (2010, p. 13), “a responsabilidade pela segurança é de toda equipe, inclusive o gestor que deve prover recursos, tempos e pessoal para tal ação”.

Cuidados com a manutenção pode ser considerado, segundo Veloso (2016), uma barreira de proteção e possui a função de prevenir ou minimizar as consequências de um evento, como solução eficiente na gestão de riscos para impedir que um evento danoso aconteça, ou ao menos, minimize as consequências indesejadas.

Um exemplo de cuidados em manutenção com geradores de vapor, de acordo com Lora (2008, p. 222), seria:

O tratamento da água de alimentação, considerando que quase sempre é necessário, acompanhar e realizar o tratamento da água para a caldeira compatibilizando seus parâmetros com o recomendado pelo fabricante e ainda periodicamente verificar se há incrustação na chapa das caldeiras e suas tubulações, comprovando através das inspeções anuais previstas na NR 13 que não há comprometimento quanto a esse requisito.

Também, convergindo do mesmo pensamento Pereira (2010, p. 13), garante que “são desastrosas as consequências de um sistema de água industrial sem tratamento adequado, podendo causar danos severos também nas partes periféricas envolvidas com as caldeiras como tubulações, bombas além de prejuízos ao meio ambiente”.

Confirmando a importância das manutenções, Filho (2008, p. 3), atesta que “a manutenção é portanto, o conjunto de atos, normas e instruções de procedimentos pertinentes a um sistema de manutenção, que dá o objetivo para a equipe de manutenção e para a empresa a que ela serve”.

Finalizando esse assunto, de acordo com Fuentes (2006, p. 5):

Entre as funções administrativas e operacionais das mais relevantes são a produção e a manutenção, esses associados, têm que entregar os produtos ou serviços no tempo indicado, com a qualidade solicitada e a quantidade projetada. E ainda, as organizações tendem a diversos ganhos, uma vez que as manutenções evitam a parada ou perda na produção dos processos, reduzem os riscos de acidentes as pessoas e o meio ambiente em geral.

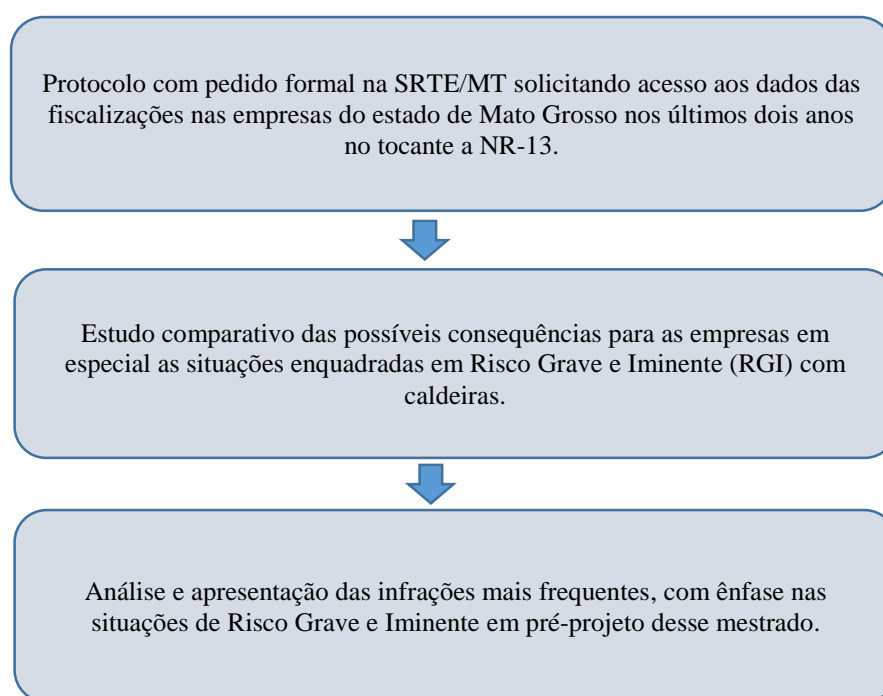
Portanto, em uma visão holística de manutenção ela deve funcionar para auxiliar as estratégias de melhoria que afetam o desempenho em uma organização visando a maximização dos resultados. Assim, as empresas precisam planejar e definir uma estratégia de manutenção, pelas quais as organizações devem se orientar visando atingir resultados que contemplem a funcionalidade e a segurança.

3 Materiais e Métodos

Optou-se por uma pesquisa de revisão do estado da arte com o caráter exploratório, sob abordagem de estudo de caso múltiplo, análise e embasamento a bibliografias pertinentes ao tema gestão de segurança em caldeiras, consultas as normas, as portarias e os decretos, tendo os dados coletados junto ao órgão fiscalizador da NR-13 no estado e utilização de formulário eletrônico *google forms* aplicado junto aos gestores das empresas pesquisadas.

3.1 Etapa 1 – Pesquisa no órgão fiscalizador no Estado - SRTE/MT em 2019

Figura 13. Fluxo da metodologia da pesquisa na etapa 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados obtidos junto a SRTE/MT foram de suma importância, pois permitiu-se conhecer as principais infrações evidenciadas durante as fiscalizações nos últimos anos, porém as análises, sobre as consequências e as sugestões para melhorias foram embasadas em literaturas, em especial a NR-13, manuais técnicos de caldeiras, publicações sobre o tema, recomendações de fabricantes entre outras fontes, consultadas pelo autor.

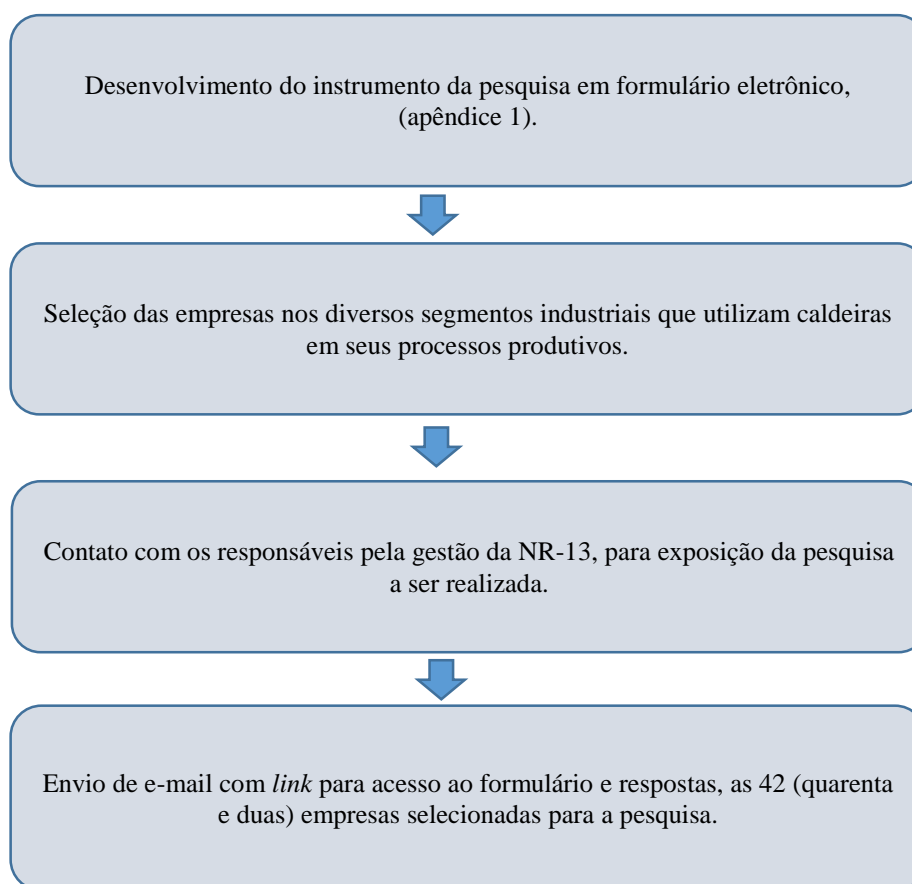
É relevante destacar, nas quantidades de autos lavrados pela SRTE/MT em 2017 e 2018, sua legibilidade e interpretação dos dados, visto que, ementas relacionadas a irregularidades semelhantes, ou até mesmo, em alguns casos idênticos foram alteradas nesse meio tempo e passaram a ter caráter de gravidade alterada e/ou tratativa diferenciada em cada caso, em virtude da NR-13 ter passado por revisões no período chegando a ser totalmente reformulada em 2018.

Além disso, os resultados apresentados nos dois anos, podem erroneamente pressupor uma tendência ao decréscimo das irregularidades, por apresentar menor valor quantitativo no ano de 2018 se comparado com 2017, porém, isso pode ser devido a uma redução das ações pelo órgão fiscalizador em relação à NR-13 no último ano pesquisado.

3.2 Etapa 2 – Pesquisa com os gestores de segurança nas empresas em 2020

Após contato prévio com gestores de caldeiras nas empresas, foi encaminhado aos responsáveis um formulário eletrônico para respostas sobre como eles avaliam que as empresas se encontram no momento quanto ao atendimento dos requisitos da norma NR-13.

Figura 14. Fluxo da metodologia da pesquisa na etapa 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Como estratégia da pesquisa foi realizado o levantamento das indústrias que utilizam caldeiras em seus processos produtivos em todas as regiões do estado. Buscou-se a partir disso, um contato telefônico com o responsável pela gestão da NR-13, com intuito de apresentar o propósito da pesquisa acadêmica, sua abrangência, confidencialidade, como seria desenvolvida e quando seria realizada.

4 Resultados e Discussão

Enquanto norma de segurança, a NR-13 objetiva a segurança e a prevenção de acidentes e danos à saúde dos trabalhadores, através da obrigatoriedade do cumprimento dos seus requisitos pelas empresas, que utilizam caldeiras a vapor, observando principalmente a correta instalação desses equipamentos, o acesso físico seguro aos mesmos, o correto emprego de dispositivos de segurança, o atendimento as manutenções com controle de qualidade nos reparos, a plena disponibilização da documentação necessária à operação e ao acompanhamento da vida útil dos equipamentos, a capacitação adequada aos trabalhadores que operam esses equipamentos e acesso irrestrito do órgãos fiscalizador sobre todas as documentações em eventuais auditorias.

Nesse sentido, a gestão de segurança em caldeiras nas empresas deve apropriar-se do pleno conhecimento dos requisitos vigentes exigidos, para assim, introduzir as barreiras de proteção cabíveis, visando um nível de segurança, capaz de controlar e/ou neutralizar possíveis situações de acidentes e não conformidades que possam incorrer em interdições bem como eventuais infrações e penalidades que possam incidir em custos financeiros para as empresas.

Portanto, as medidas de segurança passam obrigatoriamente pelo conhecimento dos requisitos legais, visando assim reduzir as situações de riscos existentes, permitindo uma contínua ação em prol da melhoria do nível de segurança em caldeiras, por meio de ações proativas que melhorem o desempenho dos indicadores e também reduzam paradas inesperadas, interdições ou multas.

4.1 As revisões da NR-13 e seus impactos na gestão de segurança das caldeiras

No sentido de contribuir com o conhecimento, será apresentado um levantamento histórico das portarias com suas alterações, inclusões ou revogações implementadas, em uma análise cronológica da NR-13, ocorrida em seus mais de 42 (quarenta e dois) anos de existência, para identificar e apresentar os impactos ocasionados para a segurança do trabalho, bem como, as necessidades de atendimento pela gestão de segurança em cada momento.

Atualmente existem 37 (trinta e sete) normas regulamentadoras de segurança publicadas, sendo 35 (trinta e cinco) delas em vigor, entre as quais a Norma Regulamentadora nº 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento, por meio da Portaria nº 1.082, de 18 de dezembro de 2018, a qual contempla sua última grande revisão.

Até o momento a NR-13 passou por 08 (oito) revisões, a saber: Portaria SSMT nº12 de 06 de junho de 1983, Portaria SSMT nº 02 de 08 de maio de 1984, Portaria SSST nº 02 de 08 de maio de 1994, Portaria nº 57 de 19 de junho de 2008, Portaria MTE 594, de 28 de abril de 2014, Portaria nº 1.084 de 28 de setembro de 2017 e pôr fim a Portaria MTB nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018, com algumas alterações concebidas pela Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019.

A NR-13 teve início através da Portaria MTB nº 3.214 de 08 de junho de 1978, sendo essa, considerada um marco na regulamentação das Normas Regulamentadoras, previstas no Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, entre essas a NR 13, a qual mesmo em um texto simples, não fazendo sequer distinção entre caldeiras e vasos de pressão, já tratava diretamente desses equipamentos e em seus anexos destacava pontos básicos de aplicação e treinamentos.

Passados cinco anos houve as primeiras alterações. A tabela 4 a seguir, mostra de forma resumida as principais alterações introduzidas pela Portaria SSMT nº 12 de 06 de junho de 1983, em relação ao que era exigido até aquele momento.

Tabela 4. Alterações na NR-13 em face da Portaria SSMT nº 12 de 06 de junho de 1983.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras.
13.1.1	Exigência de válvulas ou outros dispositivos de segurança nos equipamentos que operem sob pressão, evitando ultrapassar a Pressão Máxima de Trabalho Permitida (PMTP).
13.1.3	Obrigatoriedade de projetos para instalação de caldeiras e que sejam aprovados pelo Órgão Regional do Ministério do Trabalho (MTb)
13.1.4 / 13.1.4.1	[...] qualquer recipiente que acondicione fluídos sob pressão deve ser submetido a testes de pressão hidrostática por Engenheiro habilitado, devidamente registrado no CREA e inscrito no Órgão Regional do MTb.
13.2.4	Caldeiras de capacidade superior a 120 kg/h (centro e vinte quilograma/hora), deve estar, obrigatoriamente, sob a responsabilidade de operador qualificado, que deverá permanecer de plantão durante todo o seu funcionamento.

Fonte: adaptada da Portaria SSMT nº 12 de 06 de junho de 1983 (BRASIL, 2020).

Esta portaria, apresentou alterações no título da norma, passando a distinguir caldeiras de vasos sob pressão, alterando o título da NR-13, para Caldeiras e Recipiente sob Pressão. Contribuiu ainda, com avanços no sentido de melhorias no gerenciamento dos riscos, principalmente quanto aos instrumentos necessários almejando um funcionamento mais seguro, bem como, quanto aos documentos exigidos nas manutenções. No que tange a operação, trouxe como destaque o curso de qualificação de operadores de caldeiras com carga horária e conteúdo programático definido, a ser ministrada por instituição reconhecida pelo MEC e com requisito

para acesso a comprovação da 4ª série do 1º grau. Nesse sentido, considera-se um marco o fato da obrigatoriedade da qualificação, sendo a primeira atividade laborativa no Brasil a ser exigida.

Pouco mais de um ano depois, ocorreu a segunda alteração. A tabela 5 a seguir, apresenta de forma resumida as alterações contidas na Portaria SSMT nº 02 de 08 de maio de 1984, em relação ao que se exigia até então.

Tabela 5. Alterações na NR-13 em face da Portaria SSMT nº 02 de 08 de maio de 1984.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras.
13.1.3	Estabelece que as caldeiras devem possuir válvulas e outros dispositivos de segurança que evitem a superação da PMTP e manômetros que indiquem a pressão de operação.
13.1.4	Exigia identificação da caldeira através de placa no corpo da caldeira com as informações básicas do equipamento.
13.1.5	Passou a exigir o Prontuário da caldeira sendo esse o documento original do fabricante.
13.1.6	Deverá possuir livro próprio, com páginas numeradas para registro de segurança das ocorrências funcionais e de manutenção com a caldeira.
13.2.2	Impôs as primeiras regras para instalação das caldeiras em casa de caldeiras ou em área de caldeiras.
13.3.1	Obrigatoriedade das caldeiras serem submetidas a inspeção de segurança, interna e externa: a) antes de entrarem em funcionamento, quando novas, no local de operação; b) após reforma, modificação, ou após terem sofrido qualquer acidente; c) periodicamente, pelo menos uma vez ao ano [...]; d) ao ser colocada em funcionamento após intervalo de inatividade igual ou superior a seis meses consecutivos; e) quando houver mudança de local de instalação.
13.3.5	Tornou obrigatório o relatório de inspeção.
13.4.1	Exigência de operação e controle por operador qualificado.

Fonte: adaptada da Portaria SSMT nº 02 de 08 de maio de 1984 (BRASIL, 2020).

Essa portaria contribuiu bastante no aspecto da gestão dos riscos na época, ampliando os conceitos e obrigações quanto a instalação, a manutenção e a operação. Também melhorou a definição de caldeira, passando a considerar como todo equipamento destinado a produzir vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte externa de energia.

Após mais de dez anos, foi alterada pela terceira vez. A tabela 6 a seguir, mostra de forma resumida os avanços contidos na Portaria SSST n.º 23 de 27 de dezembro de 1994, em relação ao que se exigia até aquele momento.

Tabela 6. Alterações na NR-13 em face da Portaria SSST nº 23 de 27 de dezembro de 1994.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras. (Continua).
13.1.4	Elencou as primeiras condições de Risco Grave e Iminente – RGI, sendo a falta de qualquer um dos seguintes itens: a) válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a PMTA; b) instrumento que indique a pressão do vapor acumulado; c) injetor ou outro meio de alimentação de água, independente do sistema principal, em caldeiras combustível sólido; d) sistema de drenagem rápida de água, em caldeiras de recuperação de álcalis; e) sistema de indicação para controle do nível de água ou outro sistema que evite o superaquecimento por alimentação deficiente.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras. (Conclusão)
13.1.9	Passou a classificar as caldeiras em 3 categorias (A, B, C), sendo: a) caldeiras da categoria A são aquelas cuja pressão de operação é igual ou superior a 1960 kPa (19.98 Kgf/cm ²); b) caldeiras da categoria "C" são aquelas cuja pressão de operação é igual ou inferior a 588 KPa (5.99 Kgf/cm ²) e o volume interno é igual ou inferior a 100 litros; c) caldeiras da categoria "B" são todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.
13.2.3 / 13.2.4	Ampliou critérios de segurança para instalação das caldeiras em casa de caldeiras ou em área de caldeiras.
13.3.1	Passou a exigir manual de operação caldeira atualizado e em língua portuguesa.
13.3.2	Os instrumentos e controles de caldeiras devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais, classificando como Risco Grave e Iminente, a não observância a essa situação.
13.3.3	Exigia controle e tratamento da água para garantir sua qualidade e compatibilizando suas propriedades físico-químicas com os parâmetros de operação da caldeira.
13.3.5	Introduziu a exigência do estágio prático como complemento na formação dos operadores de caldeiras com a carga horária mínima conforme a categoria da caldeira prevista no item 13.3.9, sendo considerado RGI operação em condições diferentes das previstas.
13.3.6	Estabeleceu comprovação de conclusão do 1º grau, como pré-requisito mínimo para participação como aluno no treinamento de segurança na operação de caldeiras.
13.3.7	Critérios mais rigorosos para o treinamento de segurança na operação de caldeiras, com supervisão técnica de Profissional Habilitado (PH), proficiência e currículo mínimo.
13.3.11	Tornou obrigatório a reciclagem aos operadores devendo isso ocorrer de forma permanente e com constantes informações.
13.5.4	Estendeu os períodos entre inspeções de segurança para até 18 meses em caldeiras das categorias "B" e "C"; e até 30 meses de para caldeiras da categoria "A" nos estabelecimentos que possuam Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos (SPIE).
13.5.6	Passou a exigir rigorosa avaliação de integridade para determinar a vida remanescente e novos prazos máximos de manutenção em caldeira com 25 (vinte e cinco) anos de uso.

Fonte: adaptada da Portaria SSST n° 23 de 27 de dezembro de 1994 (BRASIL, 2020).

Esta portaria foi muito significativa, revisando desde o título da NR-13 Caldeiras e Vasos de Pressão e alterou a definição de caldeiras, que passou a ser 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. Em seu artigo 2º estabeleceu prazos para adequações das exigências que variavam, desde cumprimento de imediato, como foi o caso dos prazos para inspeção de segurança, chegando até 270 dias para adequação de manômetros, válvulas de segurança, entre outros. Apresentou também, a obrigatoriedade do estágio prático aos operadores de caldeiras, como requisito de qualificação a ser cumprido nas empresas, reconhecendo assim, a necessidade de conhecimentos práticos aos operadores, e com isso, minimizar os riscos de falhas de operação.

Passados quase dezesseis anos houve a quarta alteração, por meio da Portaria SIT n° 57

de 19 de junho de 2008, tendo em sua redação as alterações principalmente para os vasos de pressão, apresentando poucas mudanças referentes à gestão de segurança com caldeiras, mas garantindo os avanços alcançados anteriormente e acrescentando somente algumas exigências nos critérios para instalação das caldeiras em casa de caldeiras.

Quase seis anos mais tarde, agora em 2014 foi registrada a quinta alteração. A tabela 7 a seguir, traz de forma resumida as alterações contidas na Portaria MTE nº 594 de 28 de abril de 2014, em relação ao que se exigia até então.

Tabela 7. Alterações na NR-13 em face da Portaria MTE nº 594 de 28 de abril de 2014.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras.
13.1.2	O empregador é o responsável pela adoção das medidas preconizadas nesta NR empregador pode postergar em até 6 (seis) meses do prazo previsto para a inspeção de segurança periódica da caldeira, desde que, informe ao sindicato dos trabalhadores da categoria predominante no estabelecimento através de justificativa formal com anuência do PH a postergação da inspeção de segurança periódica da caldeira, (subitens 13.3.1.1 e 13.3.1.1.1). Também, permitiu uso de sistema informatizado, desde que tenha confiabilidade, para registro de segurança em face do livro de registros com páginas numeradas (subitem
13.3.1	Redefiniu as condições de risco grave e iminente – RGI, como sendo: a) operação de equipamentos abrangidos por esta NR sem dispositivos de segurança ajustados com pressão de abertura igual ou inferior a pressão máxima de trabalho admissível - PMTA, [...]; b) atraso na inspeção de segurança periódica de caldeiras; c) bloqueio inadvertido de dispositivos de segurança de caldeiras e vasos de pressão [...]; d) ausência de dispositivo operacional de controle do nível de água de caldeira; e) operação de equipamento enquadrado nesta NR com deterioração atestada por meio de recomendação de sua retirada de operação [...]; f) operação de caldeira por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos no Anexo I desta NR, ou que não esteja sob supervisão, acompanhamento ou assistência específica de operador qualificado.
13.4.1.9	E ainda, ampliou os prazos para manutenção nos estabelecimentos que possuam Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos - SPIE, conforme estabelecido no Anexo II.

Fonte: adaptada da Portaria MTE nº 594 de 28 de abril de 2014 (BRASIL, 2020).

Esta Portaria ampliou a abrangência da NR-13, passando a incluir tubulações e por isso alterou o título, que passou a ser NR-13 Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações. Incluiu também, vários requisitos mínimos para a gestão da integridade estrutural das caldeiras a vapor, vasos de pressão e tubulações de interligação relacionados à instalação, a inspeção, a operação e a manutenção visando a proteção à saúde e segurança das pessoas envolvidas nas operações.

Pouco mais de três anos passados foi alterada novamente, agora pela sexta vez. A tabela 8 a seguir, mostra de forma resumida as alterações contidas na Portaria MTB nº 1.084 de 28 de setembro de 2017, em relação ao que se exigia até então.

Tabela 8. Alterações na NR-13 em face da Portaria MTB nº 1.084 de 28 de setembro de 2017.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras.
13.3.1	Confirmou a redefinição de RGI, sendo: a) operação de equipamentos abrangidos por esta NR sem os dispositivos de segurança [...]; b) atraso na inspeção de segurança periódica de caldeiras; c) bloqueio de dispositivos de segurança [...]; d) ausência de dispositivo operacional de controle do nível de água de caldeira; e) operação de equipamento enquadrado nesta NR com deterioração atestada por meio de recomendação de sua retirada de operação [...]; f) operação de caldeira por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos no Anexo I desta NR, ou que não esteja sob supervisão, acompanhamento ou assistência específica de operador qualificado.
13.4.1.2	Excluiu a definição de caldeiras da categoria C e alterou a classificação da categoria B, passando a ser aquelas cuja a pressão de operação seja superior a 60 kPa (0,61 kgf/cm ²) e inferior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm ²), volume interno superior a 50 L (cinquenta litros) e o produto entre a pressão de operação em kPa e o volume interno em m ³ seja superior a 6 (seis).
13.5.4.7	Empresas que possuam SPIE certificado conforme Anexo II desta Norma podem executar, em vasos de pressão de categorias I e II, uma Inspeção Não Intrusiva (INI), de acordo com a metodologia especificada na norma ABNT NBR 16455, desde que esta seja obrigatoriamente sucedida por um exame visual interno em um prazo máximo correspondente a 50 % do intervalo determinado no item 13.5.4.5(b) desta Norma. 13.5.4.7.1 O intervalo correspondente ao prazo máximo do item 13.5.4.7 deve ser contado a partir da data de realização da INI.

Fonte: adaptada da Portaria MTB nº 1.084 de 28 de setembro de 2017 (BRASIL, 2020).

Apesar de conter avanços, notou-se pela primeira vez, retrocessos no processo de gestão de riscos com caldeiras, através da redefinição das condições de risco grave e iminente, reduzindo para 06 (seis) situações somente os casos de RGI.

Pouco mais de um ano depois, foi alterada pela sétima vez com propósito de corrigir alguns erros na redação anterior. A tabela 9 a seguir, mostra de forma resumida as alterações contidas na Portaria MTB nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018, em relação ao que se exigia anteriormente (BRASIL, 2020).

Tabela 9. Alterações na NR-13 em face da Portaria MTB nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras. (Continua)
13.1.1	Estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão, suas tubulações de interligação e tanques metálicos de armazenamento nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores.
13.2.1	Introduziu tanques metálicos de superfície para armazenamento dentro da NR 13.
13.3.2.1	Flexibilizou a certificação de competências ao Profissional Habilitado (PH), definido na norma.
13.3.3.4	Ampliou a participação do PH nos projetos de alterações ou reparo.
13.4.4.5	Referente a permissão para estender os períodos entre inspeções de segurança para estabelecimentos que possuem Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos - SPIE com a remoção da alínea “d” referente caldeiras especiais.
13.4.4.6	Dilatação dos prazos de inspeção para 48 (quarenta e oito) meses para categorias A que disponham de barreiras de proteção implementadas no SIS.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras. (Conclusão)
13.4.47	Permissão de extensão do prazo para 30 (trinta) meses para a categoria B que operam continuamente com Sistema de Gerenciamento (SGC).
Anexo A1.2	Estabeleceu comprovação de conclusão do ensino médio como pré-requisito mínimo para participação como aluno no treinamento de segurança na operação de caldeiras.

Fonte: adaptada da Portaria MTB nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018 (BRASIL, 2020).

Houve alterações desde o título que passou a NR-13 Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento, redefinindo também a classificação de caldeiras a vapor como equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, excetuando-se refervedores e similares.

Em relação às caldeiras, as alterações foram observadas principalmente pelo aumento do volume interno mínimo para as categorias A e B de 50 L para 100 L, na desobrigação de controle e tratamento da qualidade da água para categoria A, entretanto, determina que todas devam possuir tratamento e controle conforme critérios estabelecidos pelos fabricantes e ainda esclarece que a falta de comprovação documental do Teste Hidrostático é a partir da vigência da Portaria do MTE nº 594 de 28 de abril de 2014, e não mais de 2017 como era descrito na revisão anterior (BRASIL, 2020).

Pôr fim, passado menos de um ano, já em 2019 ocorreu a oitava alteração. A tabela 10 abaixo, mostra de forma resumida as alterações contidas na Portaria SEPTR n.º 915 de 30 de julho de 2019, em relação ao texto anteriormente vigente.

Tabela 10. Alterações na NR-13 em face da Portaria SEPTR nº 915 de 30 de julho de 2019.

Item	Descrição resumida das alterações contidas na portaria, referentes a caldeiras.
13.3.6.3	Revogado o direito de recusa dos trabalhadores, em interromper suas tarefas, exercendo, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes.
13.3.6.3.1	Revogado o dever do empregador em assegurar aos trabalhadores o direito de interromper suas atividades, exercendo o direito de recusa nas situações previstas ou atuar de imediato nas medidas cabíveis para o controle dos riscos.
13.3.6.4	Revogado a obrigação dos empregadores em apresentar, o prontuário da caldeira quando exigida pela autoridade competente do órgão regional do Ministério do Trabalho.

Fonte: Adaptada da Portaria SEPTR nº 915 de 30 de julho de 2019 (BRASIL, 2020).

Entre todas as portarias referentes a NR-13, esta foi sem dúvida, a que mais retrocedeu na gestão dos riscos com caldeiras, contribuindo somente no sentido de reduzir os níveis de controles, podendo isso, ser uma tendência no momento, como afirma Melo (2020, p. 147):

[...] o controle da aplicação das leis e dos regulamentos relativos à segurança, à higiene e ao meio ambiente de trabalho deverá estar assegurado por um sistema de inspeção das leis ou dos regulamentos, o que também não é cumprido pelo Brasil, que, ao invés disso, está "destruindo" os órgãos de fiscalização, como o Ministério do Trabalho, que foi extinto no começo deste ano de 2019, parecendo mesmo haver a intenção deliberada de não "incomodar" os descumpridores das normas de saúde, higiene e segurança do trabalho.

Diante do que foi observado, no tocante as alterações estabelecidas na NR-13, ainda assim, são consideradas abrangentes e adequadas, mantendo os requisitos de segurança mínimos preservados e estando composta atualmente por oito itens, três anexos e o caráter preventivo das medidas impostas permitindo ainda uma condição de trabalho seguro, conforme pode-se ver no texto abaixo.

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão, suas tubulações de interligação e tanques metálicos de armazenamento nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores (BRASIL, 2020, p. 5).

Dessa forma, a Norma Regulamentadora nº 13, contempla os requisitos mínimos de segurança a serem observados pela a gestão de segurança em caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento.

Assim portanto, ao longo desses 42 (quarenta e dois) anos de existência da Norma Regulamentadora nº 13, constatou-se ter ocorrido diversas alterações, revisões e reestruturações, sendo na maioria das vezes com significativos avanços, considerando os aspectos de instalações, operações e manutenções em caldeiras com reflexos positivos para a melhoria das condições de segurança dos trabalhadores envolvidos. Entretanto, as alterações constatadas, com todos avanços técnicos implementados ao longo da existência da NR-13, só produzirão resultados positivos se houver pleno reconhecimento de sua importância e interesse na aplicação.

4.2 Gestão da NR-13, sob a ótica da NR-28, referente as caldeiras

O texto atual da Norma Regulamentadora nº 13, aprovado pela Portaria nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018, estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, no que concerne aos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores. Ela também define o empregador como responsável pela adoção das medidas determinadas na referida norma.

É preciso considerar ainda, segundo assevera Pessoa e Souza (2017, p. 206), quanto: “A Constituição da República, a qual dita que, compete ao poder público defender e preservar o meio ambiente, aqui entendido como o conjunto de relações de ordem física, química e biológica, que rege a vida em todas as suas formas, inclusive a vida laboral”.

E ainda:

A possibilidade de interdição judicial de atividades nocivas está prevista no art. 11 da Lei nº 7347/95: “Na ação que tenha por objeto o cumprimento de obrigação de fazer ou não fazer, o juiz determinará o cumprimento da prestação da atividade devida ou a cessação da atividade nociva, sob pena de execução específica, ou de cominação de multa diária, se esta for suficiente ou compatível, independentemente de requerimento do autor” (PESSOA & SOUZA, 2017, p. 230).

Nesse mesmo contexto, garante Schwinden (2019, p. 16), nas caldeiras:

A manutenção, operação e equipamentos auxiliares são de grande importância para garantir a operação segura, pois em caso de acidentes poderá ocasionar acidentes fatais, interrupção da produção, danos a estruturas de terceiros internos e externos além dos prejuízos financeiros.

Sendo assim, torna-se necessário haver fiscalização ao cumprimento às disposições legais e/ou regulamentares sobre segurança do trabalho, devendo ser adotadas as medidas cabíveis previstas, sempre que houver comprovada condições inseguras ao trabalho. E ainda, aplicar as penalidades a que ficam sujeitos os infratores das normas legais (BRASIL, p. 2-3).

Esta fiscalização obedece a procedimentos estabelecidos, contendo uma série de medidas adotáveis previstas, que variam desde ações intervencionistas podendo paralisar o funcionamento de um equipamento, caso apresente risco evidente para o trabalho seguro, aplicação de multas com valores variáveis de acordo com o nível estabelecido e a quantidade de funcionários existente no estabelecimento, mas que também, concede o direito ao empregador a plena defesa, com prazo pré-estabelecidos (BRASIL, 2020).

O não atendimento aos requisitos legais pode incorrer em diversas consequências como, por exemplo, embargo ou interdição. Sobre isso, segundo Rodrigues e Scienza (2017, p. 165):

O instrumento denominado embargo e interdição é um ato de Estado, oriundo do princípio magno e vetor constitucional de proteção da integridade psicofisiológica do cidadão. A vida e a integridade das pessoas fundem-se, inequivocamente, aos seus chamados direitos fundamentais, vide Declaração Universal dos Direitos Humanos.

Assim, interdição é uma das medidas legais utilizadas para paralisar equipamentos, máquinas ou estabelecimentos, já o embargo é a ação para paralisar obras, nos casos que se constate haver o Risco Grave e Iminente (RGI) aos trabalhadores, sendo estabelecido ao empregador o direito de recorrer sob a medida imposta em um prazo de até 10 (dez) dias,

condição essa, estabelecida no item 28.1.4.4 da norma regulamentadora NR-28 - Fiscalização e Penalidades, que prever:

Item 28.2.1. Quando o agente da inspeção do trabalho constatar situação de grave e iminente risco à saúde e/ou integridade física do trabalhador, com base em critérios técnicos, deverá propor de imediato à autoridade regional competente a interdição do estabelecimento, setor de serviço, máquina ou equipamento, ou o embargo parcial ou total da obra, determinando as medidas que deverão ser adotadas para a correção das situações de risco (BRASIL 2020, p. 3).

Portanto, as auditorias fiscais do trabalho podem determinar a interdição um equipamento, sempre que seja constatado risco grave e iminente para o trabalho. Nesse sentido, de acordo com Brasil 2020, há 06 (seis) situações que podem acarretar a interdição de uma caldeira.

4.2.1 Condições de risco grave e iminente em caldeiras

No caso das caldeiras, caracterizará condição de Risco Grave e Iminente (RGI) sempre que for constatada não cumprimento de qualquer item previsto na norma que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho, com lesão grave à integridade física do trabalhador, estando resumida as ocasiões conforme tabela 11, abaixo.

Tabela 11. Situação de Risco Grave e Iminente (RGI) para caldeiras.

Item “alínea”	Resumo da situação característica de RGI
13.3.1 “b”	Atraso na inspeção de segurança periódica das caldeiras
13.3.1 “c”	Uso de bloqueio de dispositivos de segurança de caldeiras
13.3.1 “d”	Ausência de dispositivo operacional de controle do nível de água de caldeira
13.3.1 “e”	Utilização de equipamento enquadrado nesta NR com deterioração atestada por meio de recomendação de sua retirada de operação
13.3.1 “f”	Operação de caldeira por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos no Anexo I da NR-13
13.4.1.3 “a”	Válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a Pressão Máxima de Trabalho Admissível – PMTA

Fonte: Adaptada da Portaria MTB nº 1.082 de 18 de dezembro de 2018 (BRASIL, 2020).

Sobre as situações de RGI, afirma Rodrigues e Scienza (2017, p. 175), que:

A atividade humana é extremamente dinâmica e variável, fruto da interação de múltiplos fatores. Um dia de trabalho nunca é igual ao anterior, nunca as coisas se processam de forma exatamente igual. Embora seja um axioma frequentemente ignorado, a única constante real na exposição das pessoas aos riscos laborais é sua eterna variabilidade. Portanto, é impossível ao legislador previamente tipificar o que seria uma situação de risco grave e iminente. Os procedimentos de embargo e interdição não podem estar condicionados ao simples descumprimento da legislação de segurança e saúde vigente, pois sua vinculação é com a melhor técnica para a determinação do nível de risco.

4.2.2 Outras situações a observar no processo de gestão com caldeiras

Por outro lado, de acordo com Brasil 2020, quando houver descumprimento aos requisitos estabelecidos e esses não configurarem RGI, as auditorias fiscais do trabalho deverá emitir o Auto de Infração (AI), podendo estabelecer multa, com base na NR-28 e no número de empregados do estabelecimento, como medida de penalidade, prevista no item 28.3.1 onde define-se que as infrações aos preceitos legais e/ou regulamentadores sobre segurança e saúde do trabalhador tem suas penalidades aplicadas conforme o disposto no quadro de gradação de multas, correlacionadas com a infrações previstas no quadro da classificação das infrações.

A norma NR-28, que passou por ampla revisão em 2020, em seu Anexo II elenca todas as infrações relacionadas à segurança e saúde no ambiente de trabalho. Assim, é possível verificar as penalidades aplicáveis aos casos omissos, quando haja descumprimento aos preceitos legais e/ou regulamentadores sobre segurança e saúde do trabalho, destacando as possíveis medidas em autos de infrações conforme cada caso. No tocante as caldeiras, está prevista multas relacionadas a segurança do trabalho, não havendo portanto, previsão de multas pelo aspecto da medicina do trabalho.

Para uma análise mais clara, inicialmente é preciso observar que o valor da multa (em UFIR) por questões de segurança do trabalho inicia em 630 UFIR para empresas com até 10 (dez) trabalhadores, considerando também infrações de menor gravidade e pode chegar a 6.304 UFIR para os casos de maior severidade das infrações, considerando também, empresas com mais de 1000 (mil) trabalhadores. A tabela 12, abaixo, extraída do anexo I da NR-28, mostra os níveis das infrações e seus respectivos valores mínimos e máximos que podem ser aplicados em caso de desobediência aos requisitos das Normas de Segurança (BRASIL, 2020, p. 4).

Tabela 12. Gradação dos níveis de infração de segurança do trabalho e valores em UFIR.

Número de Empregados (Continua)	Níveis de infração referente a segurança do trabalho, segundo NR-28			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
01-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252- 2792
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334
26-50	831-936	1665-1935	2496-2898	3335-3876
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418

Número de Empregados (Conclusão)	Níveis de infração referente a segurança do trabalho, segundo NR-28			
	I1	I2	I3	I4
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3717	4419-4948
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033
Mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304

Fonte: Adaptada da Portaria nº 9.384, de 06 de abril de 2020 (BRASIL, 2020).

E ainda nesse sentido, a NR-28 apresenta a relação dos itens em cada norma, que sujeitam empresas às situações de infrações, contendo os códigos e as graduações de cada infração, indicando também se enquadram-se em segurança do trabalho ou em medicina do trabalho. Permite-se portanto, a análise e apresentação na tabela 13 a seguir, de todos os possíveis itens auditáveis pelo órgão fiscalizador referentes as caldeiras. Nesse caso, foram considerados itens somente para as infrações em segurança do trabalho, visto não haver previsão de nenhuma infração que se enquadre em medicina do trabalho.

Tabela 13. Itens da NR-13 sobre caldeiras com possibilidades de infrações.

Item e/ou subitem com descrição resumida da situação referida (Continua)	Código	Infração
13.2.2 – Não possuir a responsabilidade técnica de PH em equipamentos inspecionados	213314-8	4
13.3.1, alínea "c" – Uso de bloqueio em dispositivos de segurança de caldeiras.	213315-6	4
13.3.1, alínea "e" – Operação de caldeira com deterioração atestada em que seja recomendada a retirada de funcionamento.	213316-4	4
13.3.1.1 – Postergação superior a seis meses do prazo previsto para a inspeção de segurança periódica da caldeira, quando houver justificativa formal para isso	213317-2	4
13.3.1.1.1 – Não comunicar ao sindicato dos trabalhadores da categoria a justificativa formal para postergação da inspeção de segurança periódica da caldeira.		
13.3.6 – Não comunicar ao órgão regional do Ministério do Trabalho e ao sindicato da categoria profissional predominante do estabelecimento a ocorrência, incêndio ou explosão ou morte de trabalhador(es), ou acidentes que implicaram em necessidade de internação hospitalar de trabalhador(es), ou eventos de grande proporção.	213478-0	4
13.4.4.6.1 – Não comunicar formalmente à representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento a implementação dos novos prazos de inspeção de segurança destas caldeiras onde houver Sistema Instrumentado de Segurança - SIS definido por estudos de confiabilidade, auditados por Organismo de Certificação de SPIE.		

Item e/ou subitem com descrição resumida da situação referida (Continuação)	Código	Infração
13.4.4.7.1 – Não comunicar ao Órgão Regional do Ministério do Trabalho e ao sindicato dos trabalhadores da categoria predominante do estabelecimento em até 30 (trinta) dias após o comissionamento da caldeira, o enquadramento com SGC.		
13.4.4.15 – Não informar à representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento em prazo máximo de 30 (trinta) dias após o término da inspeção de segurança e a condição operacional da caldeira.	213478-0	
13.4.4.15.1 – Não encaminhar à representação sindical predominante do estabelecimento no prazo máximo de 10 (dez) dias após a sua elaboração, a cópia do relatório de inspeção mediante requisição formal.		
13.3.3 – Não observar códigos de projeto e pós-construção e as prescrições do fabricante, se realizar reparos ou alterações na caldeira.	213319-9	4
13.3.3.1 - Não respeitar a concepção original da caldeira, quando não for conhecido o código de projeto.	213320-2	4
13.3.3.3 – Não possuir projeto de alteração ou reparo, caso haja modificação ou reparos na caldeira que possam comprometer sua segurança.	213321-0	4
13.3.3.4 – Projeto de alteração ou reparo, sem aprovação de PH, sem qualidade de materiais, sem procedimento de execução, sem controle de qualidade e de pessoal ou não divulgar as alterações aos trabalhadores envolvidos.	213322-9	4
13.3.3.5 – Não realizar exames ou testes com parâmetros definidos pelo PH, quando realizar mandrilamento ou soldagem em partes que operem sob pressão.	213323-7	4
13.3.4 – Não realizar manutenção preventiva ou preditiva nos sistemas de controle e segurança das caldeiras.	213324-5	4
13.3.5 – Não garantir segurança aos executantes e demais trabalhadores envolvidos em exames e testes em caldeiras.	213325-3	4
13.3.7 – Uso de caldeiras sem a declaração do código de projeto em seu prontuário e sua indicação na placa de identificação.	213330-0	4
13.4.1.3 – Não possuir, ou estando em desacordo algum dispositivo de segurança, sendo: válvula de segurança, manômetro, sistema de alimentação de água suplementar (válido para caldeiras de combustível sólido não atomizadas), sistema de drenagem rápida de água (válido para caldeiras de recuperação de alcalis) e sistema de controle de nível de água automático.	213331-8	4
13.4.1.4 – Não dispor de placa de identificação indelével na caldeira afixada em seu corpo, em local de fácil acesso e bem visível.		
13.4.1.5 - Não dispor placa informando a categoria da caldeira, seu número ou código de identificação, em local visível na casa ou área das caldeiras.	213479-9	3
13.4.1.6, alínea "a" – Não dispor de prontuário da caldeira, fornecido por seu fabricante.	213334-2	3
13.4.1.6, alínea "b" – Não possuir sistema de registro de segurança das caldeiras.	213335-0	3
13.4.1.6, alínea "c" – Não dispor projeto de instalação das caldeiras.	213336-9	3
13.4.1.6, alínea "d" – Não possuir projeto de alteração ou reparo em conformidade.	213337-7	3
13.4.1.6, alínea "e" – Não dispor de relatórios de inspeção de segurança em conformidade.	213338-5	3
13.4.1.6, alínea "f" - Não apresentar certificados de calibração dos dispositivos de segurança.	213339-3	3

Item e/ou subitem com descrição resumida da situação referida (Continuação)	Código	Infração
13.4.1.7 – Não reconstituir o prontuario da caldeira, sob responsabilidade técnica do fabricante ou de PH, quando inexistente ou extraviado.	213340-7	3
13.4.1.9 – Não apresentar registro de regurança através de livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado com segurança das informações registradas.	213341-5	3
13.4.1.10 – Não apresentar informação no registro de segurança, quando a caldeira seja considerada inadequada para uso.	213342-3	3
13.4.1.11 – Não assegurar livre e pleno acesso aos operadores, ao pessoal de manutenção, inspeção e da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) a toda documentação das caldeiras.	213343-1	3
13.4.2.1 – Possuir projeto de instalação de caldeiras a vapor sem a responsabilidade de PH.	213344-0	3
13.4.2.2 – Possuir caldeiras instaladas em local que não seja casa de caldeiras ou área de caldeiras.	213345-8	3
13.4.2.3 – Caldeira instalada em ambiente aberto (área de caldeiras) em desacordo.	213346-6	4
13.4.2.4 – Caldeira instalada em ambiente fechado (casa de caldeiras) em desacordo.	213347-4	4
13.4.2.5 – Não possuir projeto alternativo de instalação com medidas complementares de segurança que atenuem os riscos, quando não puder atender a todos.	213348-2	4
13.4.2.6 – Caldeiras classificadas na categoria A que não possuam painel de instrumentos instalados em sala de controle.	213349-0	4
13.4.3.1 – Não possuir ou não dipor em local de fácil acesso aos operadores manual de operação atualizado em língua portuguesa.	213350-4	3
13.4.3.2 – Não manter calibrados e em boas condições operacionais os instrumentos e controles de caldeiras.	213351-2	4
13.4.3.2.1 – Uso de inibição provisória em instrumentos e controles sem garantia da manutenção a segurança operacional.	213352-0	4
13.4.3.3 – Não controlar através de tratamentos a qualidade da água de alimentação quando necessários.	213353-9	4
13.4.3.4 – Caldeira a vapor em operação que não esteja sob controle de operador de caldeira.	213354-7	4
13.4.4.2 – Não realizar ou não comprovar a inspeção de segurança inicial da caldeira ou que seja realizada em desacordo.	213355-5	4
13.4.4.3 – Caldeiras não submetidas a Teste Hidrostático (TH) na fabricação ou não comprovar sua realização.	213356-3	4
13.4.4.4 – Não realizar inspeção de segurança periódica com exames interno e externo ou não atender aos seus prazos.	213357-1	4
13.4.4.6.3 – Não dispor de Sistema Instrumentado de Segurança (SIS) baseado em estudo de confiabilidade garantindo segurança na sequência de acendimento e o bloqueio automático dos combustíveis em casos de perda do controle de combustão ou da geração de vapor.	213480-2	4
13.4.4.6.4 – Não comprovar que o SIS da caldeira foi projetado, adquirido, instalado e testado adequadamente pelos responsáveis técnico.		
13.4.4.6.5 – Realizar alterações nas funções instrumentadas de segurança do SIS, sem registros formal pelos responsáveis técnicos.		

Item e/ou subitem com descrição resumida da situação referida (Continuação)	Código	Infração
13.4.4.6.6 – Não comprovar que o SIS da caldeira é mantido adequadamente de acordo com procedimentos específicos definidos pelo fabricante ou seus responsáveis técnicos para a inspeção, testes e manutenção.	213480-2	
13.4.4.7.2 – Em caldeiras categoria B (novas) com queima de combustíveis sólidos não dispor de Sistema de Gerenciamento de Combustão – SGC, garantindo a execução segura da sequência de acendimento, no controle de combustão ou da geração de vapor.	213364-4	4
13.4.4.7.3 – Em caldeiras categoria B (novas) com queima de combustíveis sólidos não dispor de SGC definido no projeto pelo fabricante que garanta o controle automático do nível de água e da geração de vapor.	213365-2	4
13.4.4.7.4 Em caldeiras categoria B (novas) independente do combustível, não dispor de redundância de válvula de segurança, descarga de fundo automática, redundância de sistemas de segurança nos painéis de comando e gerenciador com o registro dos alarmes ativos e inativos.	213366-0	4
13.4.4.7.5 – Não comprovar com toda a documentação de projeto e de comissionamento, que o SGC da nova caldeira categoria B foi projetado, adquirido, instalado e testado adequadamente pelos responsáveis técnicos.		
13.4.4.7.6 – Não comprovar que o SGC da caldeira categoria B é mantido adequadamente de acordo com procedimentos específicos definidos pelo fabricante para a inspeção, testes e manutenção.	213481-0	4
13.4.4.7.7 – Não dispor de registros e aprovadas formalmente pelos responsáveis técnicos, as alterações nas funções instrumentadas de segurança do SGC provisórias ou definitivas.		
13.4.4.8 – Não submeter a caldeiras a uma avaliação de integridade com maior rigor na ocasião da inspeção subsequente ao completar 25 (vinte e cinco) anos de uso.	213370-9	4
13.4.4.9 – Não proceder a desmontagem, inspeção e calibração das válvulas de segurança em prazo não superior ao previsto para a inspeção de segurança periódica das caldeiras por elas protegidas.	213371-7	4
13.4.4.9.2 - Não realizar testes na pressão de abertura das válvulas a cada 12 (doze) meses nas caldeiras com SIS.	213373-3	4
13.4.4.10 – Não realizar testes manuais nas válvulas de segurança instaladas com frequência mensal (em caldeiras categoria B, que não trate sua água) e sempre que houver alguma condição anormal (em caldeiras de categoria B com água tratada).	213374-1	4
13.4.4.11 – Não realizar testes de acumulação nas válvulas de segurança instaladas quando indicado pelo PH.	213375-0	4
13.4.4.12 – Não realizar inspeção de segurança extraordinária quando danificada por acidente, houver alteração ou reparo ou mudança de local de instalação da caldeira.	213376-8	4
13.4.4.14 – Não registrar a inspeção da caldeira no seu registro de segurança indicando a condição operacional e/ou não emitir o relatório de inspeção em até 60 (sessenta) dias.	213377-6	3
13.4.4.16 – Não possuir relatório da inspeção da caldeira em páginas numeradas e com conteúdo mínimo estabelecido.	213380-6	3
13.4.4.17 – Não atender as recomendações nos prazos definidos decorrentes da inspeção devendo serem registradas com a determinação dos responsáveis pela execução.	213381-4	3
13.4.4.18 – Não atualizar a placa de identificação e a documentação do prontuário se houver alterações dos dados de projeto.	213382-2	3

Item e/ou subitem com descrição resumida da situação referida (Conclusão)	Código	Infração
A1.3 – Não garantir qualidade do treinamento de segurança na operação de Caldeiras com supervisão técnica de PH, ministrado por profissionais capacitado, com currículo mínimo estabelecido, ser acompanhado de prática profissional, ocorrer de forma presencial e com carga horária mínima de 40 (quarenta) horas.	213493-4	4
A1.5 – Não proporcionar aos operadores da caldeira à prática profissional supervisionada na operação da própria caldeira que irá operar ou não documentar, sendo em caldeiras de categoria “A” 80 (oitenta) horas e caldeiras de categoria “B” 60 (sessenta) horas.		
A1.6 – Não registrar a prática profissional supervisionada com o período de realização da prática profissional supervisionada, entidade, empregador ou profissional responsável pelo treinamento de segurança na operação de caldeira e a relação dos participantes desta prática profissional supervisionada ou não informar quando requerido pela representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento.	213471-3	3
A1.7 – Não realizar atualização dos conhecimentos dos operadores de caldeiras, especialmente quando ocorrer modificação na caldeira, ocorrer acidentes e/ou incidentes de alto potencial, que envolvam a operação da caldeira ou quando houver recorrência de incidentes.	213472-1	4
A1.8 – Não realizar a prática profissional supervisionada obrigatória após a conclusão de todo o conteúdo programático previsto.	213473-0	4

Fonte: Adaptada da Portaria MTB nº 1.082 e da Portaria n.º 9.384 (BRASIL, 2020).

Na tabela 13, consta todas as situações previstas pela NR-28 quanto às infrações em caldeiras, com a descrição resumida extraída da NR-13 para cada uma delas e passíveis de auditorias nas fiscalizações. Por meio dessa análise, é possível afirmar que há 70 (setenta) itens auditáveis, considerando ainda que, todos são de níveis mais elevados na gradação prevista, sendo, 20 (vinte) itens de nível 3 e 50 (cinquenta) itens de nível 4, ocasionando portanto, em maior custo financeiro, quando de eventual descumprimento desses.

Com isso, permite-se inclusive a verificação e simulação de valores mínimos e máximos imputáveis, para cada caso, mediante observação do item ao qual deseja avaliar, considerando também o número de empregados existente no estabelecimento e multiplicando pelo valor padrão da Unidade Fiscal de Referência (UFIR) que possui valor de referência em R\$ (Reais) equivalente a 1,0641, sendo valor fixo estabelecido no Brasil desde o ano 2000.

Se considerarmos somente o aspecto financeiro, em qualquer cenário imaginado, observa-se ser mais vantajoso, inclusive economicamente, possuir um sistema de gestão de riscos que garanta atendimento dos requisitos de segurança em caldeiras, em face dos custos que uma infração poderá implicar as empresas.

Para melhor entendimento, tomando como exemplo a falha do não atendimento do item 13.4.1.11 que determina sobre a disposição da documentação da caldeira para consulta dos

operadores e do pessoal de manutenção, porém, supondo que a documentação da caldeira não é disponibilizada para consulta, esse desvio representa uma infração nível 3. Considerando a NR-28, isso implicaria em uma multa variável entre 1691 UFIR (valor mínimo) a 2091 UFIR (valor máximo) para empresas com até 10 funcionários, podendo alcançar entre 4526 UFIR (valor mínimo) a 4929 UFIR (valor máximo) para empresas com mais de 1000 trabalhadores. Em valores convertidos, esses custos ficariam entre R\$ 1.799,39 (valor mínimo) a R\$ 2.225,03 (valor máximo) podendo chegar a R\$ 4.816,11 (valor mínimo) a R\$ 5.244,94 (valor máximo), consideradas respectivamente as condições das empresas acima supracitadas. Vale observar, que tal situação seria facilmente sanada, sem nenhum custo, através tão somente da disponibilização da documentação da caldeira para consulta dos operadores e do pessoal de manutenção.

Em outra situação hipotética, pode-se calcular os valores dos desvios representados por infrações de nível 4, conforme previsto na NR-28. Nesse caso, supondo o não atendimento ao item 13.4.2.3, alínea f, o qual determina sobre a necessidade de iluminação de emergência, quando houver operação de caldeiras a noite, sendo essa situação considerada infração de nível 4. Com base no que é preconizado pela NR-28, implicaria em uma multa entre 2252 UFIR (valor mínimo) a 2792 UFIR (valor máximo) para as empresas com até 10 funcionários, podendo alcançar 6034 UFIR (valor mínimo) a 6304 UFIR (valor máximo) nas empresas com mais de 1000 trabalhadores. Fazendo a conversão dos valores para reais teríamos multas variando respectivamente entre R\$ 2.396,35 (valor mínimo) a R\$ 2.970,96 (valor máximo), nas empresas menores, podendo chegar a R\$ 6.420,77 (valor mínimo) a R\$ 6.708,08 (valor máximo) nas maiores empresas. Eliminar essa não conformidade através da instalação de sistema de iluminação de emergência, teria custo muito inferior aos valores das multas, sendo também uma medida de fácil solução em qualquer empresa.

Diante disso, pode-se afirmar que há diversas situações a serem observadas na gestão da segurança, devendo ser considerado também, os prejuízos com paradas inesperadas pela falta de cuidados, paradas por interdição provocada pela existência de RGI, ou ainda, os custos com multas pelo descumprimento aos requisitos da norma.

4.3 Pesquisa junto às empresas

Dedicar-se ao melhor entendimento da NR-13, compreender as razões de desvios entre o que é preconizado e o que realmente está sendo cumprido é uma tarefa dos gestores desses equipamentos em cada empresa. As lacunas que possivelmente existam podem ter diversas

razões, tanto na falta de observação as atualizações da norma, como pela interpretação incorreta sobre determinada exigência, pelo desconhecimento das falhas existentes, entre outras, no entanto, a eliminação dessas falhas, passa necessariamente pelo pleno conhecimento da norma.

Nesse sentido, buscando aprofundar essa discussão, foi aplicado a pesquisa de campo, com o propósito de observar e apresentar possíveis falhas que por ventura ainda sejam praticadas dentro do processo de gestão de segurança em caldeiras. Para isso, considerou-se os seguimentos industriais do estado que usam geradores de vapor em seus processos produtivos, não havendo nenhum outro critério de exclusão ou inclusão, nem mesmo o porte das empresas ou níveis de sistemas de gestão que por ventura já possuam, mas tão somente o fato de utilizar caldeiras, não importando ainda, o tipo ou o tamanho da caldeira, a pressão de operação, a finalidade do vapor dentro do processo, nem o tipo de combustível usado pelas caldeiras.

A amostra representa uma parte significativa do total de empresas que possuem caldeiras no Estado. Por isso, sua realização em segmentos empresariais diferentes, possibilitou abrangência dos mais variados tipos de processo, fornecendo assim, uma base do atual nível da gestão praticado.

4.3.1 Dados gerais sobre os geradores de vapor instalados no estado

A pesquisa obteve-se 33 (trinta e três) respostas de um total de 42 (quarenta e duas) empresas contatadas, obtendo-se assim, uma taxa de resposta equivalente a 78,57% das empresas selecionadas e conforme resultados serão apresentados a seguir.

Em Mato Grosso, foi observado que as caldeiras são utilizadas em diversos segmentos empresariais, sendo considerado um equipamento fundamental dentro dos processos produtivos, destaca-se o uso principalmente nas indústrias sucrocooleiras, indústrias frigoríficas, indústrias de bebidas e madeireiras, conforme evidencia a tabela 14 abaixo.

Tabela 14. Utilização de caldeiras por seguimento de atividade.

Ramo de atividade pesquisado (Continua)	Quantidade	% representado
Indústria de açúcar e/ou álcool e geração de energia	6	18,2%
Indústria frigorífica (frigorífico)	6	18,2%
Indústria de bebidas e conexos	4	12,1%
Indústria madeireira	4	12,1%

Ramo de atividade pesquisado (Conclusão)	Quantidade	% representado
Indústria ou serviços de alimentos (fábrica ou restaurante)	3	9,1%
Indústria de vulcanização e recauchutagem	2	6,1%
Indústria de ração animal	2	6,1%
Ramo hospitalar (hospital, universidade, etc.)	2	6,1%
Indústria de laticínio e seus derivados	1	3,0%
Indústria de couro (curtume)	1	3,0%
Prestação de serviços (lavanderia, hotel, motel, etc.)	1	3,0%
Outros	1	3,0%.

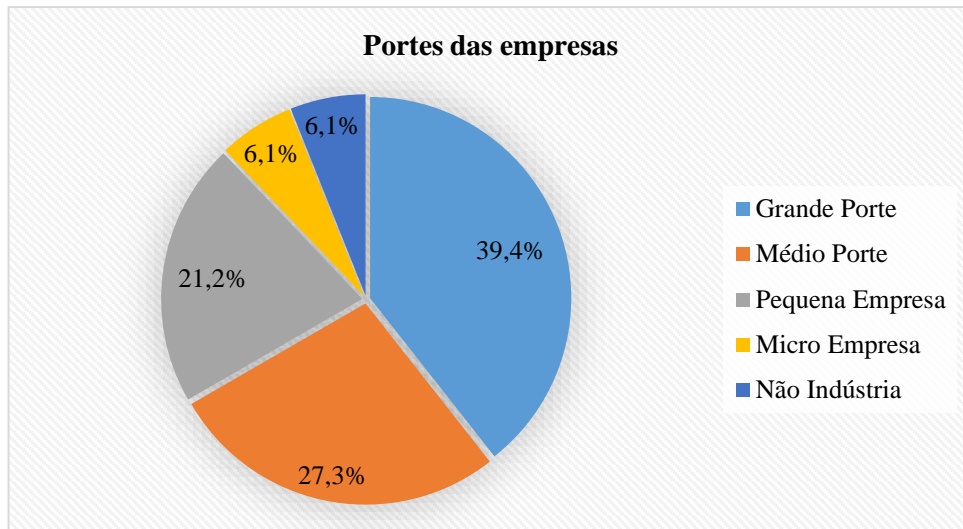
Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A tabela 14 evidenciou haver no estado uma capilaridade no uso de geradores de vapor em variados processos produtivos. Merece destaque, os setores sucroalcooleiros, indústrias frigoríficas, indústrias de bebidas e indústrias da madeira que juntos representam mais de 60% dos seguimentos com caldeiras pesquisadas. Nesse sentido, é preciso observar que em todos esses setores, com exceção do setor madeireiro⁶, as caldeiras são imprescindíveis para o funcionamento e produção, ou seja, há uma dependência direta de produção de vapor e calor para manutenção desses processos produtivos. Também, deve-se levar em conta que esses seguimentos, utilizam grande quantidade de mão de obra em suas produções, o que da mesma forma, trazem maiores impactos financeiros se houver a paralisação do gerador de vapor.

Em relação ao porte das indústrias pesquisadas, o gráfico a seguir (figura 15), permite afirmar que os geradores de vapor são utilizados em todos os portes e inclusive em setores não classificados como indústrias, segundo afirmam seus gestores.

⁶ Caso a caldeira seja utilizada para produção de energia elétrica própria, considera-se imprescindível.

Figura 15. Gráfico sobre a utilização de caldeiras por porte nas indústrias.

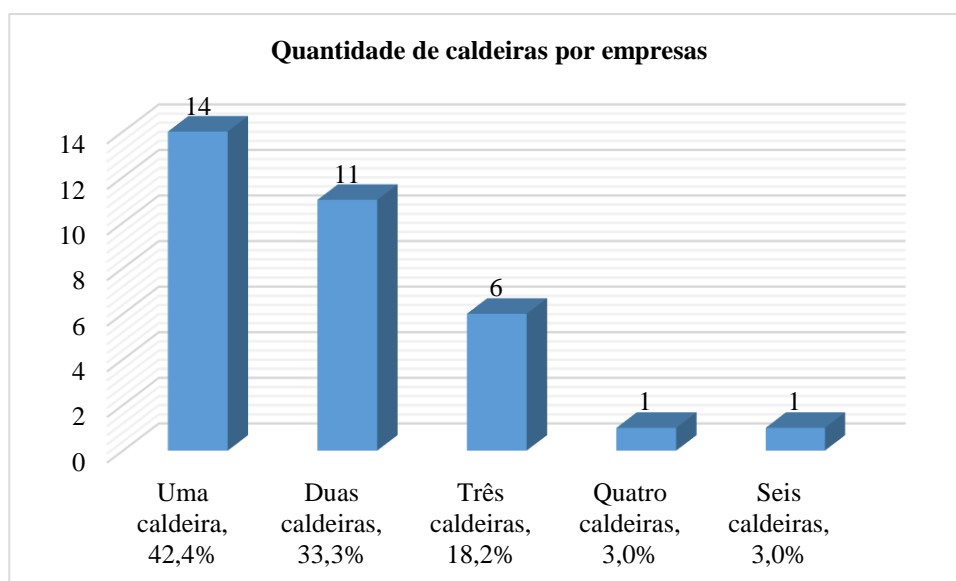


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para a classificação do porte das empresas pesquisadas, foi adotado os critérios de classificação para o setor indústrias, estabelecidos pelo SEBRAE (2013, p. 17), o qual define que “o porte do estabelecimento é definido em função do número de pessoas ocupadas e depende do setor de atividade econômica”. Diante disso, por meio do gráfico da figura 15, é possível afirmar que a maioria das empresas que utilizam caldeiras em seus processos são de grande e médio porte, totalizando juntas 66,7% das empresas pesquisadas. Neste sentido, essas empresas devem dedicar maior importância para a gestão segura e eficiente com esses equipamentos, pois do contrário, poderá incorrer em paralisação dos processos de produção, e consequentemente acarretaria grandes prejuízos, proporcional aos portes dessas empresas.

No gráfico a seguir (figura 16), resultou-se na quantidade de geradores de vapor utilizados nas empresas, de acordo com a percepção dos gestores.

Figura 16. Gráfico com a quantidade de caldeiras por empresas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

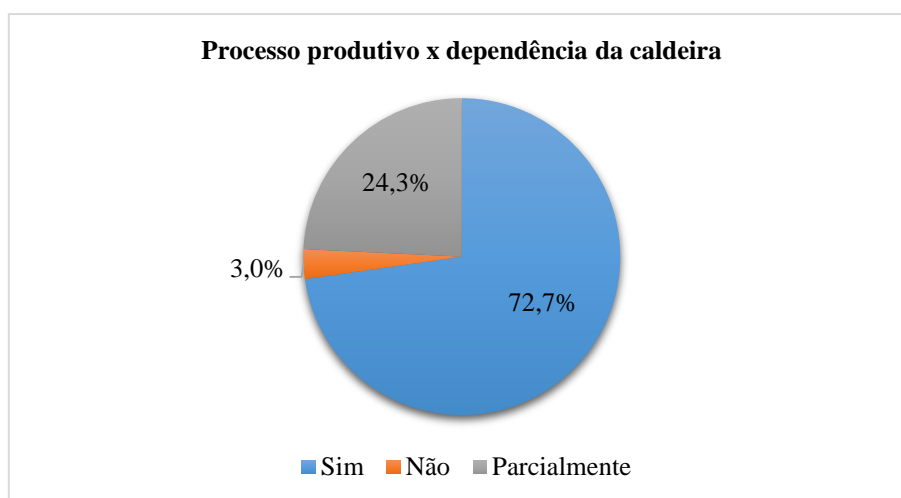
É necessário considerar que várias empresas demandam grande quantidade de vapor, ou ainda necessitam de pressões em valores variados, tornando-se necessário, possuir mais de um gerador de vapor dentro dos processos. Nesse sentido, o gráfico da figura 16, evidenciou a relação entre a quantidade de caldeiras em operação nas empresas pesquisadas, mostrando que em 57,6% são empresas que utilizam mais de um gerador de vapor para suportar o funcionamento do processo produtivo. Assim, das 33 (trinta e três) empresas pesquisadas foi evidenciado haver um total de 64 (sessenta e quatro) caldeiras instaladas, sendo registrado empresa com até 06 (seis) caldeiras em funcionamento.

Vale destacar que um gerador de vapor é considerado um dos principais equipamentos dentro do processo industrial, apresentando custos elevados na aquisição e manutenção, sendo necessário grandes investimentos, como afirma Júnior (2019), que:

A caldeira de recuperação é um equipamento que corresponde, sozinha, a mais de 20% do custo de implantação de uma planta de transformação de madeira em celulose. Esse equipamento custou à West Rock, no período entre outubro de 2018 e maio de 2019, um total de R\$ 1.770.705,89 reais em manutenção (JÚNIOR, 2019, p. 29).

Por meio do gráfico a seguir (figura 17), será possível evidenciar a importância que os geradores de vapor representam para os processos produtivos, de acordo com a percepção dos seus gestores.

Figura 17. Gráfico sobre a importância das caldeiras para as empresas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

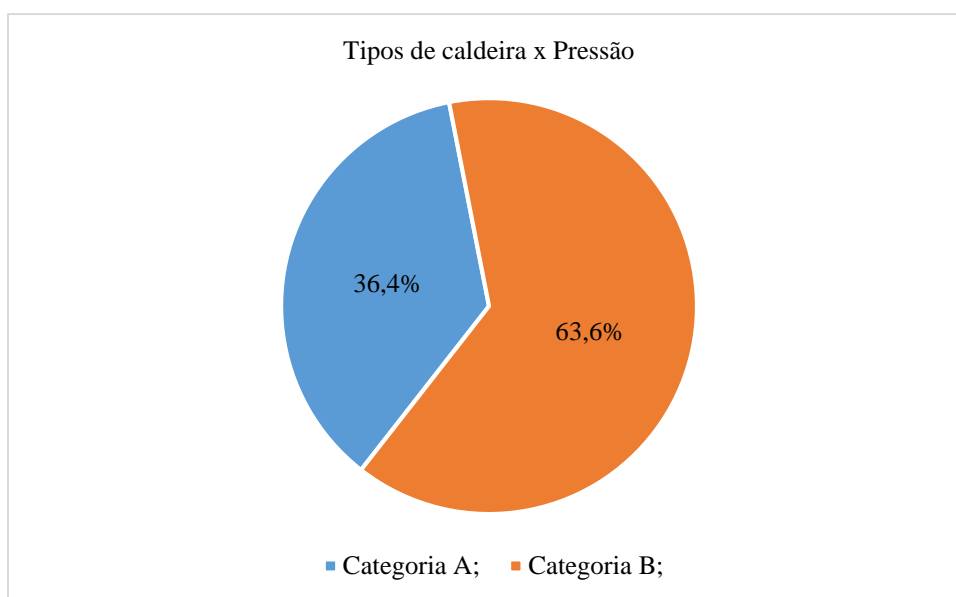
A importância que os geradores de vapor ocupam dentro dos processos produtivos, pôde ser confirmada por meio dos indicadores no gráfico da figura 17, no qual apontou que para 97% das empresas pesquisadas, a paralisação da caldeira implicaria em algum prejuízo operacional e para 73% paralisaria completamente o processo produtivo.

Esta situação por si só justifica a necessidade de um processo de gestão de segurança eficiente com garantia e comprovação do cumprimento dos requisitos estabelecidos na norma de segurança, evitando assim o risco de paralisação por ocorrências de acidentes ou por interdição do gerador de vapor em caso da inobservância aos preceitos legais, especialmente quanto aos requisitos considerados como RGI.

Vale destacar que, considerando o tamanho das empresas pesquisadas evidenciou-se que quase 77% são de porte médio e grande. Considerando a possibilidade de uma interdição do gerador de vapor que interrompa o funcionamento do processo produtivo, isso trará impactos a qualquer empresa, porém certamente terá maiores prejuízos a essas empresas, o que da mesma forma, espera-se dessas, maior compromisso no cumprimento aos requisitos legais com esses equipamentos, eliminando margem para eventuais paralisações e sujeitando-se a prejuízos financeiros consideráveis.

No gráfico a seguir (figura 18), será apresentado os tipos de caldeira mais utilizados nas empresas pesquisadas quanto a pressão de operação, segundo informa os gestores.

Figura 18. Gráfico com tipos de caldeiras usadas de acordo com a pressão.



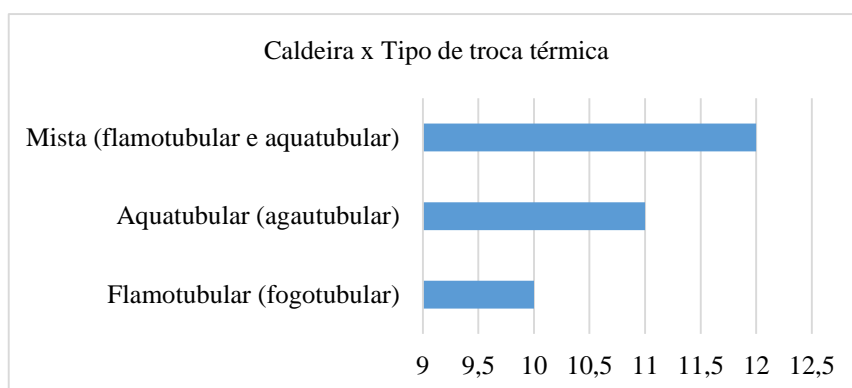
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No tocante aos níveis de pressão de operação (diferença entre pressão interna e externa) das caldeiras pesquisadas, 63,6% são da categoria B, operando portanto, com pressão de até 19,98 kgf/cm², sendo consideradas caldeiras de média pressão. Vale destacar que, no caso de uma explosão de caldeira a pressão de operação e o volume interno estão diretamente relacionados com a maior liberação de energia e conseqüentemente maior possibilidade de avarias estruturais e de danos a vida.

É pertinente reforçar sobre a classificação das caldeiras, as quais foram redefinidas na última revisão da NR-13, em 2018. Assim, ficou definido que as caldeiras classificadas na categoria A, são aquelas cuja pressão de operação seja igual ou superior a 1.960 kPa (19,98 kgf/cm²), com volume superior a 100 L (cem litros), enquanto as caldeiras da categoria B, são aquelas cuja a pressão de operação seja superior a 60 kPa (0,61 kgf/cm²) e inferior a 1 960 kPa (19,98 kgf/cm²), contendo volume interno superior a 100 L (cem litros) e o produto entre a pressão de operação em kPa e o volume interno em m³ seja superior a 6 (seis), (BRASIL, 2020).

O gráfico a seguir (figura 19), evidencia os tipos de caldeira mais utilizados nas empresas pesquisadas quanto ao tipo de troca térmica, segundo afirmam os gestores em cada empresa.

Figura 19. Gráfico com tipos de caldeiras usadas de acordo com tipo de troca térmica.

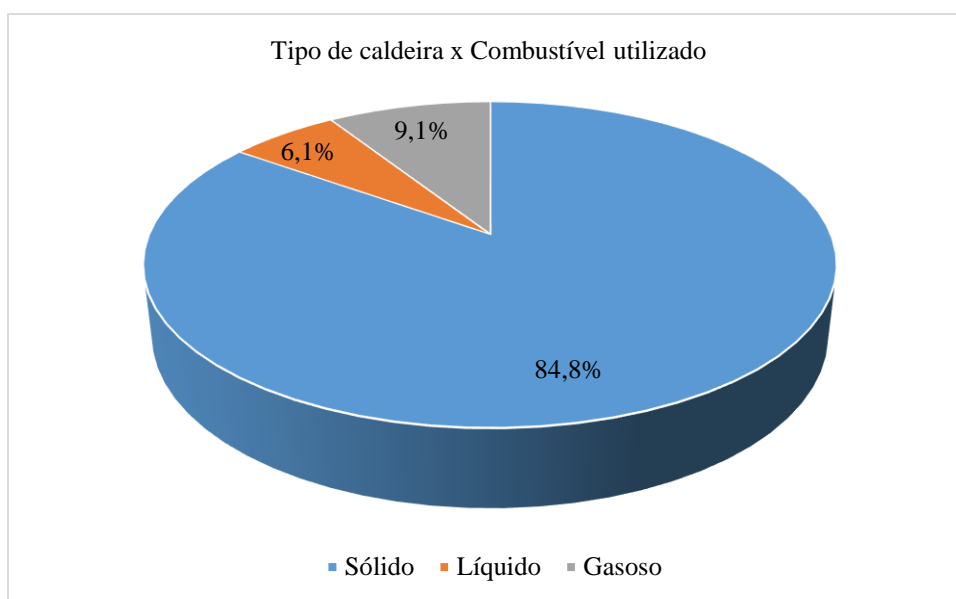


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Nesse caso, resultou-se que em 12 (doze) empresas, correspondendo a 36,4% utilizam caldeira com características mista, sendo essas chamadas híbridas, possuindo assim, características flamotubulares e aquatubulares. Em 11 (onze) empresas ou 33,3% as caldeiras são aquatubulares, tendo como característica sua passagem de água no interior dos tubos e a transferência de calor ocorrendo pelo lado de fora dos mesmos e em 10 (dez) empresas ou 30,3% afirmaram que utilizam caldeiras flamotubulares, tendo elas, características inversas a aquatubular definida anteriormente. Conhecer as características das caldeiras quanto ao tipo troca térmica, torna-se essenciais para a melhoria na operação e na manutenção.

O gráfico a seguir (figura 20), apresenta os tipos de combustíveis mais utilizados nas caldeiras entre as empresas pesquisadas, segundo avaliam os gestores.

Figura 20. Gráfico com tipos de combustíveis mais utilizados nas caldeiras.

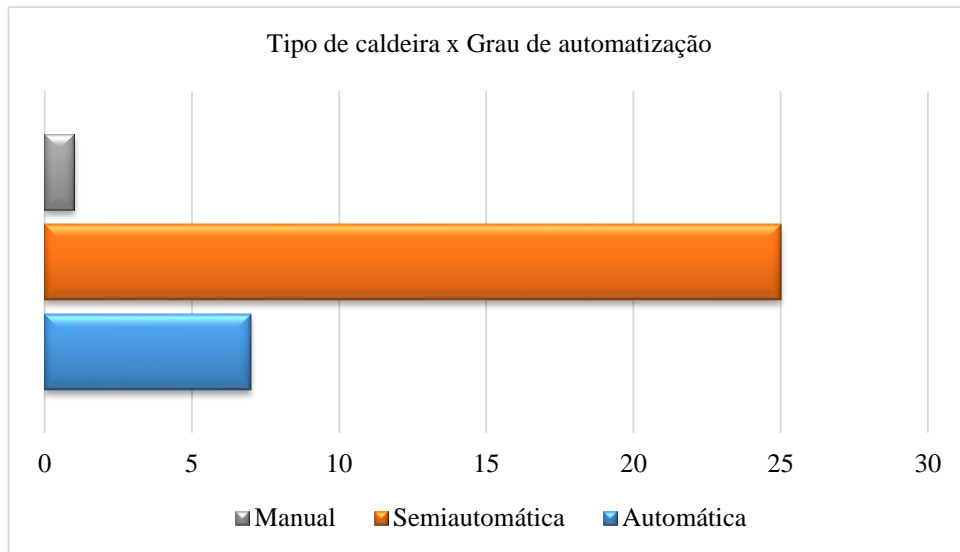


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Toda caldeira necessita de uma fonte de energia para a transformação do estado físico da água em vapor. Na grande maioria das vezes, a opção dessa fonte é a queima de um combustível que pode ser, sólido, líquido ou gasoso. A escolha do combustível para alimentação das caldeiras depende principalmente do custo de aquisição e da sua disponibilidade no local. Assim, foi evidenciado que em 84,8% das caldeiras pesquisadas utilizam combustível sólido como fonte da calor. Esse fato ocorre certamente, por ser um combustível de menor custo e disponível nas diversas regiões do estado. Deve-se observar também, em alguns casos, utilizar na queima, o subproduto originado do processo, como nos casos das usinas de álcool e açúcar que utilizam a biomassa (bagaço da cana) para alimentar as fornalhas das caldeiras e nas indústrias madeireiras que utilizam as sobras das madeiras serradas como fonte do calor para a geração do vapor nas caldeiras. Em 9,1% das empresas pesquisadas o combustível utilizado é do tipo gasoso e em 6,1% utilizam combustível líquido, tendo esses dois últimos custos mais elevados. No entanto, é preciso destacar algumas vantagens em relação ao combustível sólido, destacando-se o fato da alimentação automática, maior poder calorífico e também por manterem as caldeiras mais limpas internamente melhorando também a eficiência da troca térmica.

O gráfico a seguir (figura 21), apresenta os níveis de comando disponíveis para operação nas caldeiras das empresas pesquisadas, segundo apontam seus gestores.

Figura 21. Gráfico indicando o grau de automatização nas caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Finalizando as informações preliminares, foi verificado sobre o grau de automatização existente nas caldeiras pesquisadas, sendo esses dados mostrados no gráfico da figura 21, com 25 (vinte e cinco) empresas, ou seja, 75,8% das caldeiras pesquisadas afirmarem possuir algum recurso de automatização no funcionamento das caldeiras, em outras 07 (sete) empresas ou 21,2% indicando possuir sistema totalmente automatizadas e em 01 (uma) empresa, ou seja, 3,0%, afirma não possuir nenhum recurso automatizado para a operação da caldeira, fato esse, que impõe controle e operação exclusivamente dependente da intervenção do seu operador, contrapondo-se assim, ao que determina norma, que exige ao menos o controle de nível de água no interior da caldeira em modo automático. É importante destacar que o sentido de automatização em caldeiras, não pode ser interpretado erradamente em uma falsa sensação de segurança plena, sob pena da acomodação dos responsáveis nos cuidados básicos de qualificação e das equipes em operações.

4.3.2 Quanto ao atendimento da NR-13 nos geradores de vapor pesquisados

Nesse tópico serão apresentados os resultados quanto a gestão da NR-13, sob a ótica dos próprios gestores da norma em cada empresa pesquisada. As questões foram apresentadas no formulário eletrônico da pesquisa com três opções para respostas de forma direta, sendo elas se a empresa: atende plenamente a exigência, atende parcialmente a exigência ou não atende a exigência. Para isso, as questões foram agrupadas por semelhanças, abrangendo todos os itens auditáveis no que refere-se as documentações das caldeiras, aos requisitos para à instalação das caldeiras, sobre à identificação das caldeiras, quanto à operação das caldeiras, sobre as

manutenções das caldeiras, quanto aos instrumentos de controle das caldeiras e sobre tratamento de água das caldeiras. Dessa forma, será apresentado a seguir os dados obtidos na pesquisa desse trabalho.

Vale destacar, segundo Tanner (2021), que embora o fato de identificar e isolar um problema possa não necessariamente nos dá uma completa segurança, ele nos permite certeza e conhecimento do que precisa ser corrigido. Do contrário, as informações que nos faltam podem contribuir com as situações perigosas ou chegar a categorias de acidentes.

Nesse sentido, os dados apresentados a seguir deverão converter-se e servir ao propósito de cada gestor em análise crítica das possíveis situações falhas dentro do processo de gestão dos riscos com esses equipamentos e na tomada de decisão para a condução de ações internas em prol de uma gestão que atenda a NR-13.

4.3.2.1 Gestão da NR-13 quanto às documentações das caldeiras

No tocante as documentações das caldeiras no que tange as exigências previstas na NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação e Tanques Metálicos de Armazenamento - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018, conforme itens, subitens e alíneas abaixo:

13.4.1.6 Toda caldeira deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalada, a seguinte documentação devidamente atualizada:

Prontuário da caldeira, fornecido por seu fabricante, contendo as seguintes informações: código de projeto e ano de edição; especificação dos materiais; procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final; metodologia para estabelecimento da PMTA; registros da execução do teste hidrostático de fabricação; conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da vida útil da caldeira; características funcionais; dados dos dispositivos de segurança; ano de fabricação; categoria da caldeira;

Registro de Segurança, em conformidade com o subitem 13.4.1.9;

Subitem 13.4.1.9 O Registro de Segurança deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado do estabelecimento com segurança da informação onde serão registradas: a) todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança da caldeira; e, b) as ocorrências de inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária, devendo constar a condição operacional da caldeira, o nome legível e assinatura de PH e do operador de caldeira presente na ocasião da inspeção.

Projeto de instalação, em conformidade com o subitem 13.4.2.1;

Subitem 13.4.2.1 A autoria do projeto de instalação de caldeiras a vapor, no que concerne ao atendimento desta NR, é de responsabilidade de PH, e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

Projeto de alteração ou reparo, em conformidade com os subitens 13.3.3.3 e 13.3.3.4;

Subitem 13.3.3.3 Projetos de alteração ou reparo devem ser concebidos previamente nas seguintes situações: a) sempre que as condições de projeto forem modificadas; e, b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.

Subitem 13.3.3.4 Os projetos de alterações ou reparo devem: a) ser concebidos ou aprovados por PH; b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal; e, c) ser divulgados para os empregados do estabelecimento que estão envolvidos com o equipamento.

Relatórios de inspeção de segurança, em conformidade com o subitem 13.4.4.16;

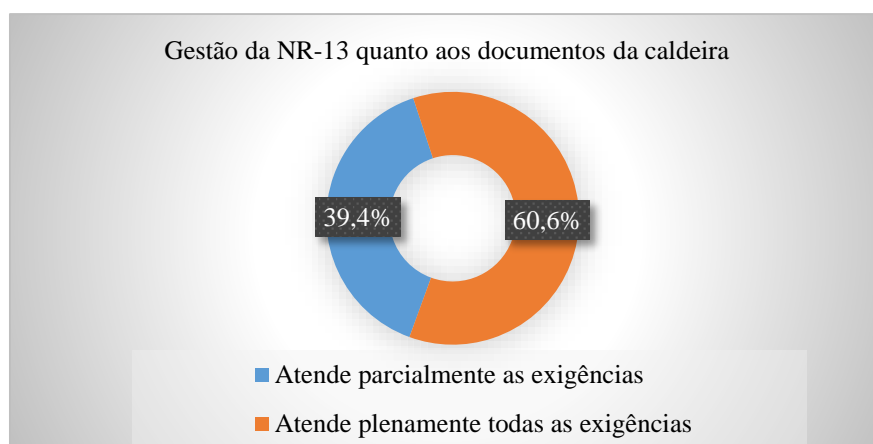
Subitem 13.4.4.16 O relatório de inspeção de segurança, mencionado na alínea "e" do subitem 13.4.1.6, deve ser elaborado em páginas numeradas contendo no mínimo: a) dados constantes na placa de identificação da caldeira; b) categoria da caldeira; c) tipo da caldeira; d) tipo de inspeção executada; e) data de início e término da inspeção; f) descrição das inspeções, exames e testes executados; g) registros fotográficos do exame interno da caldeira; h) resultado das inspeções e providências; i) relação dos itens desta NR, relativos a caldeiras, que não estão sendo atendidos; j) recomendações e providências necessárias; k) parecer conclusivo quanto à integridade da caldeira até a próxima inspeção; l) data prevista para a nova inspeção de segurança da caldeira; e, m) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção (BRASIL, 2020, p. 6).

13.4.3.1 Toda caldeira deve possuir manual de operação atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, contendo no mínimo: a) procedimentos de partidas e paradas; b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina; c) procedimentos para situações de emergência; e, d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente.

13.4.3.2 Os instrumentos e controles de caldeiras devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais (BRASIL, 2020, p. 8).

Considerando os requisitos acima, o gráfico a seguir (figura 22), demonstra como se encontra as empresas pesquisadas no quesito documentações das suas caldeiras, segundo avaliam os próprios gestores desse processo nas empresas.

Figura 22. Gráfico indicando a gestão das documentações das caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Em relação aos documentos exigidos na NR-13, para as caldeiras pesquisadas, a grande maioria 60,6% afirma atender plenamente a exigência, porém para 39,4% reconhecem ainda haver alguma situação com eventual irregularidade nesse aspecto. Com isso, conclui-se que 13 (treze) empresas colocam-se em risco de serem autuadas ou mesmo interditadas por negligência e falha de gestão quanto ao conhecimento e/ou aplicação desse requisito da legislação.

Neste sentido, é preciso considerar que as auditorias da NR-13 sempre buscam evidências documentais que garantam, na prática o atendimento aos requisitos mínimos na gestão da integridade e manutenção das condições para o uso das caldeiras a vapor e seus respectivos processos associados. Diante disso, é imperiosa a importância de uma gestão de segurança eficiente na atividade com caldeiras, devendo ser levado em consideração a criticidade nesse processo.

Dessa forma, as empresas devem estabelecer o controle e a gestão dos documentos referentes aos processos de aquisição, instalação, projeto de alteração ou reparos, relatórios de inspeção de segurança, registro de segurança e da operação. E ainda, havendo a falta de algum desses, a empresa deve buscar reconstituir, seja através dos fabricantes ou de um profissional habilitado.

Vale destacar, que a falta de alguns documentos previstos na NR-13 caracteriza risco grave e iminente e pode ocasionar a paralisação de um processo inteiro de trabalho, por ocasião da determinação da interdição do equipamento, se comprovadas falhas no ato da fiscalização.

É importante enfatizar então, a real necessidade das empresas possuírem arquivos com todos os documentos exigidos, atendendo dessa forma ao requisito previsto.

4.3.2.2 Gestão da NR-13 quanto à instalação das caldeiras

Observando os subitens e alíneas abaixo, os gestores foram questionados sobre o atendimento aos requisitos estabelecidos na NR-13, quanto à instalação das caldeiras a saber:

13.4.2.1 A autoria do projeto de instalação de caldeiras a vapor, no que concerne ao atendimento desta NR, é de responsabilidade de PH, e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

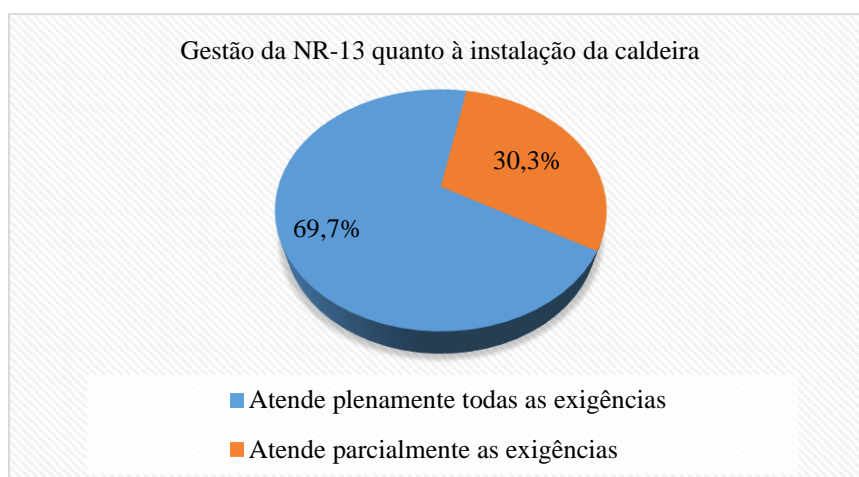
3.4.2.3 Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, a área de caldeiras deve satisfazer aos seguintes requisitos: a) estar afastada de, no mínimo, 3,0 m (três metros) de: outras instalações do estabelecimento; de depósitos de combustíveis, excetuando-se reservatórios para partida com até 2 000 L (dois mil litros) de capacidade; do limite de propriedade de terceiros; do limite com as vias públicas; b) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas; c) dispor de 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; d) ter sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação atendendo às normas ambientais vigentes; e) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes; e f) ter sistema de iluminação de emergência caso opere à noite.

13.4.2.4 Quando a caldeira estiver instalada em ambiente fechado, a casa de caldeiras deve satisfazer os seguintes requisitos: a) constituir prédio separado, construído de material resistente ao fogo, podendo ter apenas uma parede adjacente a outras instalações do estabelecimento, porém com as outras paredes afastadas de, no mínimo, 3,0 m (três metros) de outras instalações, do limite de propriedade de terceiros, do limite com as vias públicas e de depósitos de combustíveis, excetuando-se reservatórios para partida com até 2.000 L (dois mil litros) de capacidade; b) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas; b) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas; c) dispor de sensor para detecção de vazamento de gás quando se tratar de caldeira a combustível gasoso; d) não ser utilizada para qualquer outra finalidade; e) dispor de 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; f) ter sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas ambientais vigentes; e, g) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes e ter sistema de iluminação de emergência.

13.4.2.6 As caldeiras classificadas na categoria A devem possuir painel de instrumentos instalados em sala de controle, construída segundo o que estabelecem as Normas Regulamentadoras aplicáveis (BRASIL, 2020, p. 7).

Considerando os requisitos acima, o gráfico a seguir (figura 23), demonstra como se encontra as empresas pesquisadas no quesito instalações das caldeiras, segundo avaliam os próprios gestores desse processo nas empresas.

Figura 23. Gráfico indicando a gestão quanto à instalação das caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Neste sentido, observou-se que 30,3% das empresas pesquisadas afirmam não atender plenamente aos requisitos de instalação de suas caldeiras, sendo completamente atendidos por 69,7%. Esse fato permite afirmar que 10 (dez) empresas colocam-se em risco de serem autuadas por imperícia e falha de gestão quanto ao conhecimento e/ou aplicação da legislação.

Não dispor das condições mínimas de instalação, gera diversas dificuldades operacionais, seja na dificuldade de acesso a determinados acessórios, seja na deficiência da iluminação prejudicando as operações, seja na falta de rota de fuga em caso de emergência entre outras situações. Tudo isso, pode ser considerada falhas nas barreiras de proteção que colocam em risco não apenas a operação, mas também gera dificuldades nos processos de manutenções por restrições de acessos a locais específicos, contribuindo para a falta de segurança nas atividades com as caldeiras.

Importante salientar, que a NR-13 define as condições mínimas para as instalações das caldeiras devendo isso ocorrer em locais denominados “área” ou “casa” de caldeiras, devendo essa decisão ser prevista e definida na fase de projeto e independe das dimensões da caldeira ou de seus parâmetros operacionais, cabendo ao Profissional Habilitado (PH) a responsabilidade pela autoria do projeto de instalação.

Vale destacar que, conceitua-se como “casa de caldeiras” um local reservado do estabelecimento, delimitado por paredes ou divisórias e devidamente coberto onde sejam instaladas as caldeiras. Já a “área de caldeiras” um local reservado para instalação das caldeiras em uma unidade de processo, o qual, geralmente é destinado à instalação de caldeiras e outros equipamentos de utilidades ficando diretamente exposto à ação do tempo.

É necessário considerar que o projeto de instalação contemple todos os documentos, plantas, desenhos, cálculos, pareceres, relatórios, análises, normas, especificações relativas ao projeto, devidamente assinados pelo profissional legalmente habilitado, ficando esses documentos arquivados para comprovação ao atendimento em eventuais casos de fiscalizações.

4.3.2.3 Gestão da NR-13 quanto à identificação das caldeiras

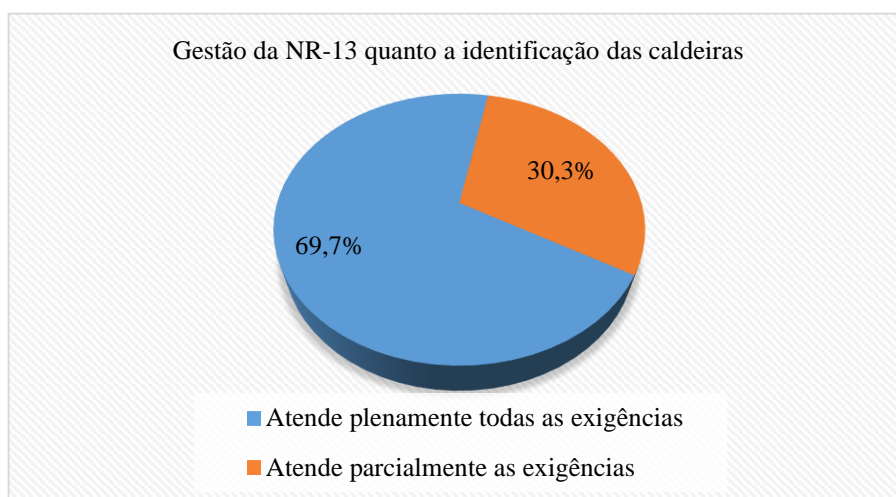
De acordo com a NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação e Tanques Metálicos de Armazenamento - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018, toda caldeira deve ser identificada, assim:

13.4.1.4 Toda caldeira deve ter afixada em seu corpo, em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação indelével com, no mínimo, as seguintes informações: a) nome do fabricante; b) número de ordem dado pelo fabricante da caldeira; c) ano de fabricação; d) pressão máxima de trabalho admissível; e) pressão de teste hidrostático de fabricação; f) capacidade de produção de vapor; g) área de superfície de aquecimento; h) código de projeto e ano de edição.

13.4.1.5 Além da placa de identificação, deve constar, em local visível, a categoria da caldeira, conforme definida no subitem 13.4.1.2 desta NR, e seu número ou código de identificação (BRASIL, 2020 p. 5).

No gráfico abaixo (figura 24), verificou-se como as empresas avaliam o quesito identificação das suas caldeiras, com base na percepção dos gestores desses equipamentos.

Figura 24. Gráfico indicando a gestão quanto à identificação das caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Neste caso, observou-se que em 30,3% das empresas pesquisadas afirmaram não atenderem plenamente aos requisitos de identificação de suas caldeiras. Nesse sentido, fica evidente que 10 (dez) empresas colocam-se em risco de serem autuadas por negligência ou falha na gestão quanto ao conhecimento e/ou aplicação da legislação.

Esse fato, sob o ponto de vista legal, possui menor relevância, não representando assim,

risco de interdição do equipamento, porém sob o ponto de vista da segurança representa riscos, pois essa falha acarreta em desconhecimentos operacionais e pode contribuir para erros nas operações pela falta de informações elementares quanto aos parâmetros básicos de operação.

4.3.2.4 Gestão da NR-13 quanto à operação das caldeiras

Um dos requisitos mais importante e com grande incidência de falha comprovada pelo órgão fiscalizador nos últimos anos, refere-se a qualificação dos operadores de caldeiras previstos na NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação e Tanques Metálicos de Armazenamento - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018, conforme itens, subitens e alíneas abaixo:

13.4.3.4 Toda caldeira a vapor deve estar obrigatoriamente sob operação e controle de operador de caldeira.

13.4.3.5 É considerado operador de caldeira aquele que satisfizer o disposto no item "A" do Anexo I desta NR (BRASIL, 2020 p. 8).

A1.1 Para efeito da NR-13, é considerado operador de caldeira aquele que satisfizer uma das seguintes condições: a) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras expedido por instituição competente e comprovação de prática profissional supervisionada conforme item A1.5 deste Anexo; e, b) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras previsto na NR-13 aprovada pela Portaria SSMT nº 02, de 08 de maio de 1984 ou na Portaria SSST nº 23, de 27 de dezembro de 1994.

Anexo 1:

A1.5 Todo operador de caldeira deve ser submetido à prática profissional supervisionada na operação da própria caldeira que irá operar, a qual deve ser documentada e ter duração mínima de: a) caldeiras de categoria A: 80 (oitenta) horas; e, b) caldeiras de categoria B: 60 (sessenta) horas.

A1.6 O estabelecimento onde for realizada a prática profissional supervisionada prevista nesta NR deve informar, quando requerido pela representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento: a) período de realização da prática profissional supervisionada; e, b) entidade, empregador ou profissional responsável pelo Treinamento de Segurança na Operação de Caldeira;

A1.7 Deve ser realizada a atualização dos conhecimentos dos operadores de caldeiras quando: a) ocorrer modificação na caldeira; b) ocorrer acidentes e/ou incidentes de alto potencial, que envolvam a operação da caldeira; e, c) houver recorrência de incidentes (BRASIL, 2020, p. 24).

O gráfico a seguir (figura 25), apresenta a situação constatada quanto a qualificação para operação das caldeiras, segundo avaliação dos gestores nas empresas pesquisadas.

Figura 25. Gráfico indicando a gestão quanto à qualificação para operação das caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Aqui é preciso destacar a NR-13 como percussora no Brasil quanto a exigência na formação em segurança para o trabalho, tornando obrigatório curso de capacitação aos operadores de caldeiras e vasos de pressão, desde 08 de maio de 1884.

Como parâmetro da importância da qualificação dos operadores, Tanner (2021), afirma que em operações de equipamentos críticos o erro do operador aparentemente seria a causa de mais de 90% das mortes registradas em 2001, nos EUA.

Para Esquilem, Bouzid e Nadeau (2019), “a falta ou o treinamento insuficiente podem levar a ações perigosas por parte das equipes que não estão cientes da seriedade de suas ações”. Dessa forma, o treinamento adequado apresenta papel essencial na prevenção de acidentes.

Assim, deve-se ter claro que a qualificação dos trabalhadores para operar esses equipamentos, converte-se de fato em barreira de proteção a riscos específicos presentes no processo de geração de vapor, determinando também, nível de integridade segura ao sistema frente a um cenário de consequências muito perigosas.

Conforme apresentado na introdução deste trabalho, a falta de qualificação dos operadores de caldeiras, figurou entre as situações não conformes com maior incidência comprovada pelo órgão fiscalizador nos últimos anos no estado. Também na pesquisa essa tendência se confirmou, o que torna-se ponto de grande importância a ser observado pelos gestores dentro do processo de gerenciamento das falhas nas empresas.

Dentre as situações de RGI elencadas na norma, tem-se claro que atender o item 13.3.1

alínea f - operação de caldeira por trabalhador que não atenda aos requisitos estabelecidos no Anexo I da NR-13, impacta de forma direta e reflete uma diminuição das demais situações de RGI, em face ao investimento no capital humano, com a qualificação adequado reduz significativamente o agente de risco da operação.

Nesse sentido, evidenciou-se em 36,3% das empresas pesquisadas, existir não conformidades ao atendimento da qualificação para os operadores das caldeiras, sendo ainda, que 01 (uma) empresa ou (3,0%) afirmou não haver nenhuma qualificação teórica ou prática para operação desse equipamento. Isso além de caracterizar, de acordo com a NR-13 em RGI, pode ocasionar erros operacionais severos e graves a vida do operador e de outros trabalhadores que realizem atividade nas proximidades desse equipamento. Nesse aspecto, conclui-se que 12 (doze) empresas se colocam-se em RGI, visto neste caso, não caber autuação e sim interdição do equipamento com tal imprudência e falha de gestão por desconhecimento e/ou por não cumprimento da legislação em vigor.

Além de comprometer a segurança para a operação, a falta conhecimento técnico pleno, quando comprovada pelas auditorias fiscais, pode levar a paralisação de um processo de produção ou até mesmo a parada da empresa por completo quando da interdição do equipamento, visto serem falhas de caráter RGI.

É importante destacar quanto a habilitação como operadores de caldeiras, o que está estabelecido no anexo A1 da NR-13, o qual condiciona operador de caldeira aquele que satisfizer uma das condições previstas nas alíneas “a” ou “b” do referido anexo, definindo assim operador de caldeira aquele que atender uma das seguintes condições:

- a) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras expedido por instituição competente e comprovação de prática profissional supervisionada conforme item A1.5 deste Anexo;
- b) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras previsto na NR-13 aprovada pela Portaria SSMT nº 02, de 08 de maio de 1984 ou na Portaria SSST nº 23, de 27 de dezembro de 1994. (BRASIL, 2018 p. 24).

Portanto, para atender a determinação da NR-13 e a própria segurança da empresa, todo operador de caldeira deve possuir curso de qualificação com conhecimentos teóricos sobre os riscos e as medidas de controle em caldeiras e ainda cumprir estágio prático na operação da própria caldeira que irá operar, o qual deve ser supervisionado por uma pessoa capaz de informar ao novo operador todos os procedimentos de segurança ao manusear tal equipamento, conforme estabelece a NR-13, que afirma no anexo A1.5 da NR 13:

A1.5 Todo operador de caldeira deve ser submetido à prática profissional supervisionada na operação da própria caldeira que irá operar, a qual deve ser documentada e ter duração mínima de:

a) caldeiras de categoria A: 80 (oitenta) horas; 20) caldeiras de categoria B: 60 (sessenta) horas (BRASIL, 2020, p. 25).

Em suma, a qualificação dos operadores de caldeiras, deve ser composta por duas etapas, contemplando o curso teórico, observando os pré-requisitos de estabelecidos e posteriormente realização de prática de estágio supervisionado a ser cumprida pelos operadores nas caldeiras que irão operar, devendo as empresas apresentarem os registros dessas práticas. Vale destacar, que o estágio exigido é válido somente para a caldeira na qual foi cumprido o estágio prático, devendo portanto, novos estágios ocorrerem sempre que houver mudança de caldeira, mesmo que isso, seja na própria empresa e independente dos operadores possuírem experiências anteriores em outras empresas (BRASIL, 2020).

Para Tanner (2002), é preciso “abraçar o treinamento como o meio mais importante e eficaz de reduzir acidentes, ferimentos e mortes”.

Do contrário, como destaca Esquilem, Bouzid e Nadeau (2019), “o treinamento inadequado tem influência sobre outras causas organizacionais”.

É importante frisar, que a responsabilidade pela existência de operadores de caldeiras adequadamente capacitados é exclusiva da empresa, que deverá condicionar o funcionamento da caldeira ao controle de operador em condições adequadas para atuar prontamente e corrigir possíveis situações anormais que possam surgir durante uma rotina de trabalho e atendendo assim, aos requisitos estabelecidos na NR-13, que condiciona a operação de uma caldeira sob a presença de pelo menos um operador qualificado.

Também é importante que na gestão de segurança desses equipamentos seja considerada a real necessidade de possuir em seus quadros de funcionários, operadores qualificados em quantidade suficiente prevendo os casos de falta ao trabalho, possíveis afastamentos temporários, períodos de férias, casos de abandono de emprego, entre outras situações possíveis.

Observação importante, diz respeito a necessidade da empresa possuir em arquivos os documentos que comprovem a qualificação e a participação de seus operadores nos cursos de formação e de reciclagem e em eventuais estágios realizados.

Vale destacar por fim, sobre o pré-requisito para acesso ao treinamento do operador de caldeira, que precisa observar a exigência de escolaridade mínima, comprovando o ensino médio completo, ser aprovado em curso teórico, sendo os cursos ministrados por profissionais

capacitados, supervisionado por profissional habilitado e posterior realização do estágio prático na caldeira que irá operar, conforme está previsto na NR-13 de 2018 (BRASIL, 2020).

4.3.2.5 Gestão da NR-13 quanto as manutenções das caldeiras

Com relação aos requisitos das manutenções das caldeiras, previstos na NR-13, conforme subitens e alíneas abaixo, aos gestores foram questionados sobre o atendimento a esse requisito, a saber:

13.4.4.1 As caldeiras devem ser submetidas a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária.

13.4.4.2 A inspeção de segurança inicial deve ser feita em caldeiras novas, antes da entrada em funcionamento, no local definitivo de instalação, devendo compreender exame interno, seguido de teste de estanqueidade e exame externo.

13.4.4.4 A inspeção de segurança periódica, constituída por exames interno e externo, deve ser executada nos seguintes prazos máximos: a) 12 (doze) meses para caldeiras das categorias A e B; b) 15 (quinze) meses para caldeiras de recuperação de álcalis de qualquer categoria; e, c) 24 (vinte e quatro) meses para caldeiras da categoria A, desde que aos 12 (doze) meses sejam testadas as pressões de abertura das válvulas de segurança.

13.4.4.5 Estabelecimentos que possuam SPIE, conforme estabelecido no Anexo II, podem estender seus períodos entre inspeções de segurança, respeitando os seguintes prazos máximos: a) 24 (vinte e quatro) meses para as caldeiras de recuperação de álcalis; b) 24 (vinte e quatro) meses para as caldeiras da categoria B; e, c) 30 (trinta) meses para caldeiras da categoria A (BRASIL, 2020, p. 8).

13.4.4.8 No máximo, ao completar 25 (vinte e cinco) anos de uso, na sua inspeção subsequente, as caldeiras devem ser submetidas a uma avaliação de integridade com maior abrangência para determinar a sua vida remanescente e novos prazos máximos para inspeção, caso ainda estejam em condições de uso.

13.4.4.12 A inspeção de segurança extraordinária deve ser feita nas seguintes oportunidades: 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 6 (seis) meses; e, d) quando houver mudança de local de instalação da caldeira

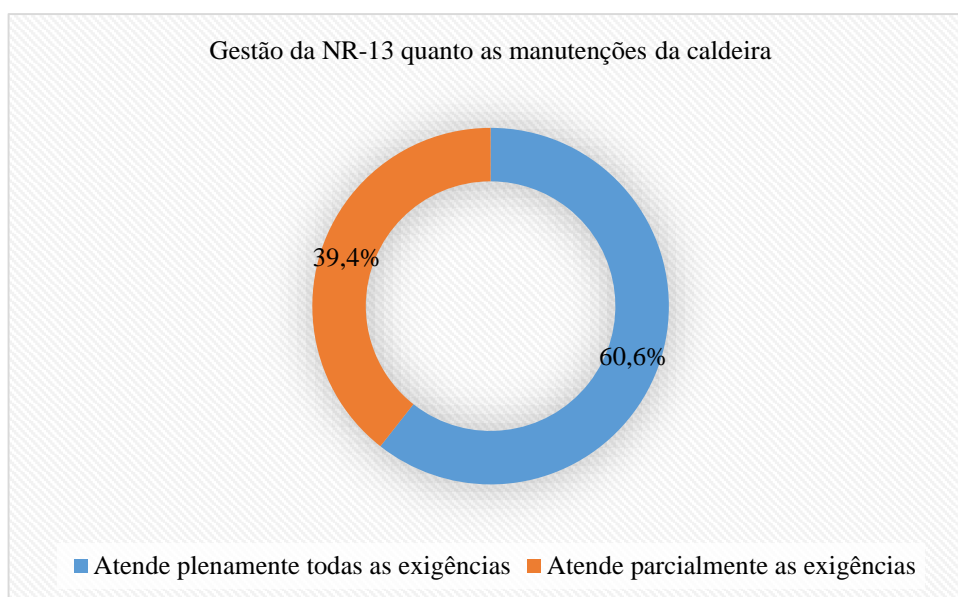
13.4.4.13 A inspeção de segurança deve ser executada sob a responsabilidade técnica de PH. (BRASIL, 2020, p. 10).

13.4.4.15 O empregador deve informar à representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento, num prazo máximo de 30 (trinta) dias após o término da inspeção de segurança, a condição operacional da caldeira.

13.4.4.17 As recomendações decorrentes da inspeção devem ser registradas e implementadas pelo empregador, com a determinação de prazos e responsáveis pela execução (BRASIL, 2020, p. 11).

Considerando esses requisitos, o gráfico a seguir (figura 26), mostra a situação que encontra-se as empresas pesquisadas no quesito manutenção das caldeiras, segundo avaliam os próprios gestores desse processo dentro das empresas.

Figura 26. Gráfico indicando a gestão das manutenções nas caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Observou-se, no quesito manutenção que 39,4% das empresas pesquisadas, não atendem a todos os requisitos exigidos, sendo plenamente atendido por 60,6% delas. Com isso, conclui-se que treze (13) empresas colocam-se situação de RGI, visto que não cabe autuação e sim interdição da atividade por provável negligência ou imperícia e falha de gestão quanto ao conhecimento e/ou aplicação da legislação vigente.

Sob a importância das manutenções, destaca Esquilem, Bouzid e Nadeau (2019), os acidentes envolvendo caldeiras, sistemas de tubulação são geralmente causados por erros técnicos e organizacionais. E destacam ainda “[...] outras causas relacionadas a questões organizacionais, como má gestão da manutenção, não conformidade com os procedimentos operacionais, má gestão da segurança e não conformidade com normas e regulamentos”.

As manutenções nesses equipamentos têm grande importância, sendo elas a garantia das condições físicas e operacionais para o uso, e por isso são consideradas de grande relevância. Nesse caso, as falhas no processo de manutenção comprometem a segurança, seja no aspecto do funcionamento seguro de uma caldeira, mas também, por possibilidade de interdição do equipamento em eventuais fiscalizações, visto serem consideradas falhas de caráter RGI.

Segundo Filho (2008, p. 3), “gerenciar manutenção é o conjunto de atos, normas e instruções de procedimentos pertinentes a um sistema de manutenção, que dá objetivo para uma equipe de manutenção e para a empresa a que ela serve”.

Nesse sentido, as manutenções são um processo de serviços prestados as instalações,

zelando para que essas permaneçam dentro das condições preestabelecidas, devendo serem priorizadas as manutenções preventivas, como definido pelo autor:

Manutenção preventiva que consiste na realização de tarefas de assistência que tiverem sido pré-planejadas para execução em pontos específicos, a tempo de manter as capacidades funcionais de sistema de controle e segurança de caldeira.

Manutenção preventiva que tiver suas datas de intervenção baseadas no acompanhamento da evolução de parâmetros ligados ao sistema (por exemplo temperatura, vibração, viscosidade de óleo) passa a ser denominada de preditiva.

Quando a manutenção preventiva tiver suas datas de intervenção baseadas no histórico de vida útil dos componentes ligados ao sistema recebe a denominação de Preventiva (FILHO, 2008, p. 36).

Portanto, a prática de exames internos, externos e teste hidrostático, efetuados nas caldeira em determinados intervalos de tempos são importantes e necessários. Outra situação, diz respeito às caldeiras novas, que ao entrarem em funcionamento devem comprovar a inspeção de segurança inicial já em local definitivo onde irá funcionar, e ainda, se houver alguma ocorrência significativa com a caldeira uma inspeção extraordinária deve ser efetuada.

O gerenciamento de manutenção em caldeiras é uma parte fundamental para garantir o bom funcionamento do gerador de vapor dentro dos requisitos mínimo de segurança necessária. Nesse sentido, a falta de segurança pela ausência, ou incompleta manutenção nos ativos torna-se algo inadmissível, devendo essa responsabilidade incorrer em toda equipe, inclusive o gestor que deve prover recursos, tempos e pessoal para tal ação (PEREIRA, 2010).

Vale lembra que, todas as manutenções e testes de acumulação devem sempre ser executada em conformidade com normas técnicas vigentes, recomendações dos fabricantes das caldeiras e dos fabricantes de seus acessórios e em conformidade com procedimentos estabelecidos por um Profissional Habilitado (PH), sendo necessário a empresa manter todos os registros e os documentos que comprovem cada manutenção realizada.

4.3.2.6 Gestão da NR-13 quanto aos dispositivos das caldeiras

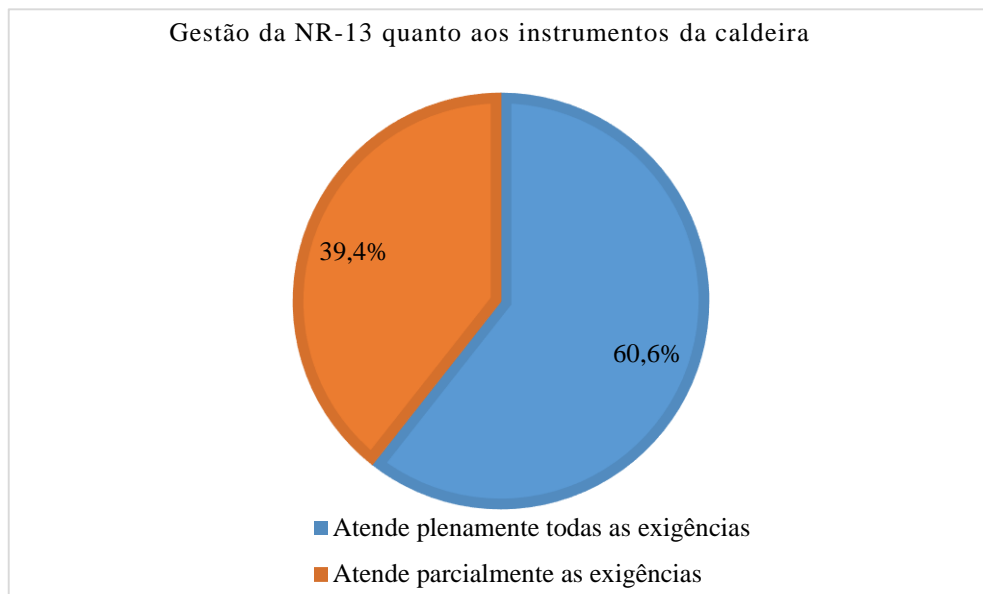
Com relação aos requisitos das manutenções nos instrumentos das caldeiras, previstos na NR-13, conforme subitens e alíneas abaixo, os gestores foram questionados sobre o atendimento a esse requisito, a saber:

13.4.3.2 Os instrumentos e controles de caldeiras devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais.

13.4.1.3 As caldeiras devem ser dotadas dos seguintes itens: a) válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA, considerados os requisitos do código de projeto relativos a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração; b) instrumento que indique a pressão do vapor acumulado; c) injetor ou sistema de alimentação de água independente do principal que evite o superaquecimento por alimentação deficiente, acima das temperaturas de projeto, de caldeiras de combustível sólido não atomizado ou com queima em suspensão; e, e) sistema automático de controle do nível de água com intertravamento que evite o superaquecimento por alimentação deficiente (BRASIL, 2020, p. 4).

Considerando esses requisitos, o gráfico abaixo (figura 27), mostra a situação que encontra-se as empresas pesquisadas quanto a manutenção nos instrumentos das caldeiras, segundo avaliam os próprios gestores desse processo nas empresas.

Figura 27. Gráfico indicando a gestão das manutenções nos instrumentos das caldeiras



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No tocante aos instrumentos de controle das caldeiras, foi evidenciado que em 39,4% das caldeiras pesquisadas, não atendem plenamente aos requisitos exigidos, sendo isso alcançado por 60,6% das empresas. Com isso, conclui-se que 13 (treze) empresas estão sujeitando-se a situação de RGI, neste caso também, sendo cabível a mediada de interdição da atividade por provável negligência e falha de gestão quanto ao conhecimento e/ou aplicação da legislação em vigor.

Para obter segurança e funcionalidade nos geradores de vapor, são indispensáveis dispor instrumentos que auxiliam e permitem aos operadores controlar algumas variáveis de operação, possibilitando também em determinadas situações, que seja utilizado esses recursos como meio de controle de risco, tornando-se portanto, imprescindíveis atender aos requisitos estabelecidos na manutenção e funcionalidade desses instrumentos.

Alguns dispositivos como, válvulas de segurança, manômetros, visores de níveis, bombas de alimentação de água, são considerados obrigatórios a qualquer tipo de caldeiras, sendo então, instrumentos e dispositivos de controle imprescindíveis em caldeiras, tendo como função maior, a possibilidade de uma operação mais segura, econômica e confiável.

Da mesma forma, assim como a própria caldeira, é importante que os instrumentos recebam os mesmos cuidados nas manutenções e ainda sejam mantidos calibrados, garantindo boas condições operacionais, devendo também, dispor de laudos de calibração que garanta a manutenção realizada.

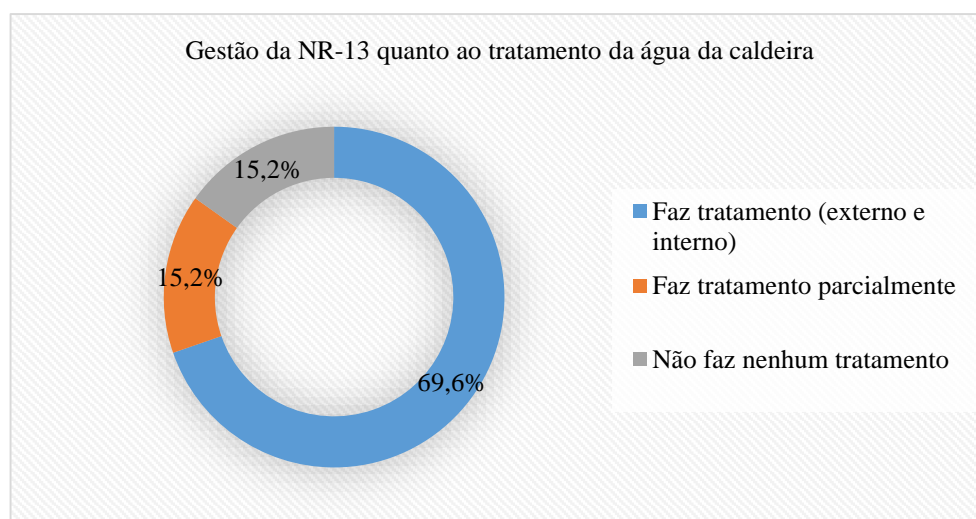
As manutenções preventivas em instrumentos e sistemas de controle devem ser incluídas no processo de gestão de segurança da caldeira, sendo uma atribuição de profissionais com competência legal para execução da atividade, respeitada a periodicidade dessas manutenções no que tange aos prazos estabelece na própria NR-13.

4.3.2.7 Gestão da NR-13 quanto ao tratamento da água das caldeiras

Com relação aos requisitos do atendimento de tratamento de água para as caldeiras, previstos na NR-13, conforme subitem abaixo, os gestores foram questionados sobre o atendimento quanto ao item 13.4.3. “A qualidade da água deve ser controlada e tratamentos devem ser implementados, quando necessários, para compatibilizar suas propriedades físico-químicas com os parâmetros de operação da caldeira definidos pelo fabricante” 3 (BRASIL, 2020, p. 8).

Considerando este requisito, o gráfico a seguir (figura 28), mostra o quadro atual das empresas pesquisadas referente ao tratamento da água para as caldeiras, segundo avaliam os próprios gestores desse processo nas empresas.

Figura 28. Gráfico indicando a gestão no tratamento de água para as caldeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na figura do gráfico 28, evidenciou-se que em 30,4% das empresas pesquisadas, não realizam tratamento de água de forma adequada, sendo que em 15,2% não é realizado nenhum tratamento prévio na água que alimenta as caldeiras, permanecendo-as a margem de toda sorte e risco de ocorrência de incrustação, corrosão ou arraste de água nas linhas de vapor. Foi observado ainda, que se em 69,6% das empresas pesquisadas realizam tratamento adequado. Isso permite concluir que 10 (dez) empresas, apresentam carência em conhecimento técnico sobre a importância da qualidade da água para a segurança do trabalho, qualidade do vapor produzido e na manutenção da vida útil do equipamento, caracterizando falha de gestão quanto ao conhecimento do processo produtivo.

A água é a matéria prima utilizada na caldeira para a geração do vapor, por meio da mudança em seu estado físico. Nesse sentido, torna-se requisito importante a ser observado principalmente, considerando a segurança, a funcionalidade, além dos custos com manutenções pela falta de tratamento na água de alimentação das caldeiras, ou pela realização desse tratamento sem os devidos controles e cuidados.

Como afirma Junior (2019, p. 26) “Não é incomum ser encontrado geradores de vapor alimentados com água bruta advindas diretamente de fontes como minas, rios, represas e poços” podendo assim, conter substanciais ou agentes químicos prejudiciais aos componentes e ao funcionamento de uma caldeira.

Considerando a utilização de água, de acordo com Pereira (2010, p. 13):

São desastrosas as consequências de um sistema de água industrial sem tratamento adequado, podendo causar danos severos nos equipamentos do processo e também nas partes que periféricas envolvidas com caldeiras, como tubulações, bombas, além de prejuízos ao meio ambiente.

Esse mesmo autor, afirma que:

Os problemas oriundos pela falta de tratamento adequado da água nas indústrias representam consequências da ordem de 45% como corrosão nos metais e causam vazamentos por causas de furos, além de redução da vida útil, 15% se manifestam como incrustações, afetando a eficácia de troca térmica, entupimentos causando perda de carga ou redução de vazão e 40% outras formas além das anteriores com consequências perda de eficácia no processo de troca térmica (PEREIRA, 2010, p. 13).

Diante disso, deve-se considerar a necessidade do tratamento de água das caldeiras tendo como objetivo a compatibilização dos parâmetros físico químicos, prevenindo os possíveis danos oriundos pelas incrustações, pelas corrosões e pelo arraste de água nos geradores de vapor. Além disso, não realizar tratamento ou o fazer de forma incompleta, poderá implicar em situações de riscos de acidentes, aumento nos custos de manutenção e ainda pode ocasionar paradas inesperadas pelo funcionamento inadequado.

Assim, fechando a análise dos dados da pesquisa em relação aos requisitos legais, permite-se afirmar que independentemente de serem plenamente cumpridas por todas empresas, o Brasil possui boas normas de segurança do trabalho, entre essas, a NR-13, a qual visa melhorar as condições laborais aos trabalhadores e sociedade em geral. Nesse sentido, este capítulo do trabalho, propôs possibilidades de melhorias na condução da gestão de segurança com caldeiras, a partir do conhecimento por todos os atores envolvidos direta ou indiretamente nesse processo. Dessa forma, fica evidente que os responsáveis em possibilitar os avanços necessários ao processo de gestão e sua contínua melhoria, são as empresas por meio dos seus gestores, órgãos fiscalizadores e inclui-se aqui as entidades de casses e entidades patronais.

As empresas por serem as geradoras dos riscos e assim precisam antes de tudo apropriar-se dos conhecimentos quanto as obrigações que tenham aos requisitos obrigatórios, introduzir barreiras que possam neutralizar os riscos e assim oferecer condições de trabalho seguro na área de caldeiras, considerando como benefícios para seus colaboradores e seu negócio.

Já o órgão fiscalizador tem grande importância, não somente como responsável pelas fiscalizações e possíveis punições, mas também no apoio as empresas com informações atualizadas e subsídio ao processo de gestão, com acompanhamento e orientações, que possibilitem a implementação de normas de segurança do trabalho em geral.

Os órgãos de classe como Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e entidades patronais como as Federações de Indústrias, são os outros atores envolvidos e devem contribuir por meio do apoio a classe empresarial com capacitações, informações, diagnósticos e consultorias quanto ao atendimento as empresas no que concerne as adequações dos requisitos legais das caldeiras conforme preconiza a NR-13.

Portanto, o caminho para as melhorias das condições seguras em caldeiras com consequente redução das não conformidades, precisa do apoio e parcerias entre empresas, órgão fiscalizador, conselho de classes e sindicato de classe empresarial no intuito da regularização das condições não conformes. Dessa forma, para que isso possa acontecer, faz-se necessário que os envolvidos busquem diálogos, utilizem-se de grupos e/ou comitês técnicos para identificar as reais necessidades e juntos procurem alternativas em prol das melhorias nas condições de um trabalho mais seguro com benefícios aos interessados e a sociedade em geral.

5 Conclusões

Nesse sentido, conclui-se que os objetivos inicialmente propostos foram alcançados com êxito principalmente pela demonstração das falhas ainda existentes nos sistemas de gestão de segurança das caldeiras, inclusive com possibilidades de enquadramentos em RGI frente aos requisitos legais estabelecidos na Norma Regulamentadora nº 13.

Sendo assim, no que refere-se as falhas observadas nos resultados dessa pesquisa, sugere-se a implantação de políticas de gestão de segurança em caldeiras nas empresas que ainda não possuem, devendo essas, inicialmente avaliar os pontos críticos existentes, definir estratégias para realização das correções que se fizerem necessárias de forma a minimizar as falhas e conseqüentemente reduzir os riscos de acidentes para os trabalhadores, objetivando ainda, evitar perdas produtivas por paradas dos geradores de vapor, perdas financeiras por autuações, perdas materiais por danos ao patrimônio, ou pior ainda, expor a riscos a vidas das pessoas que direta ou indiretamente estão envolvidas na atividade.

Para as empresas que já disponham de algum sistema de gerenciamento dos riscos com caldeiras recomenda-se a implementação de melhorias visando os mesmos objetivos anteriormente citados e fortalecendo as práticas já empregadas.

Nesse sentido, torna-se necessário que todas as empresas disponham de sistema de gerenciamento voltado à prevenção dos riscos permitindo não somente cumprir as exigências legais estabelecidas na norma de segurança, mas principalmente possibilitando a redução dos riscos de acidentes com geradores de vapor.

Considerando o aspecto legal, o trabalho apresentou o processo de evolução dos requisitos da integridade física e funcional, referentes as caldeiras no Brasil, desde sua concepção em 1978, até a mais recente atualização da norma regulamentadora nº 13 em 2018, bem como as medidas de controles dos riscos preconizadas pela a NR-13, sendo destacadas as principais mudanças ocorridas nesse período, seus possíveis impactos gerados por eventuais falhas na gestão de segurança, em virtude do não atendimento e/ou não comprovação do cumprimento aos requisitos estabelecidos.

Também nesse trabalho, foi apresentado alguns modelos de gestão conhecidamente praticados e disponíveis, permitindo que as empresas possam apropriar-se desses, tanto na implementação de sua política de segurança, como meio para iniciar um processo de gestão nas empresas que desejem implantar um sistema que atenda a segurança e o cumprimento das obrigações legais previstas.

Nesse sentido, em relação gestão de riscos com caldeiras, o gestor tem papel importante, devendo assim, ser competente para fazê-lo cumprir com êxito as exigências, documentando todos os processos relacionados e mantendo os resultados dentro dos objetivos estabelecidos.

Observou-se que os gestores desses equipamentos, possuem ciência das exigências da NR-13 e conhecem as obrigações impostas. Com isso, pode-se afirmar que as não conformidades ainda existentes, tais como: falta de qualificação dos operadores, falta de tratamento de água, dispositivos de segurança sem manutenção ou sem calibração comprovada, caldeiras operando fora dos prazos estabelecidos para inspeções de segurança periódicas, caldeiras instaladas em locais que não atendam aos requisitos, entre outras, não ocorrem exclusivamente por desconhecimentos dessas obrigações.

Nesse sentido, sugere-se que as empresas independentes de seus portes, avaliem seus processos de gestão de riscos com geradores de vapor, verificando o atual estágio, permitindo-lhes a tomada de decisão pela implementação ou implantação de estratégias para fortalecer a gestão. Nesse caso, recomenda-se para as empresas, a utilização de uma estrutura de gestão baseada em conhecimentos, planejamentos e acompanhamentos, possibilitando também analisar indicadores dos resultados do sistema utilizado. Também é importante, realizar análises críticas permanentemente, visando identificar elementos de melhorias para a construção de uma estrutura adequada que atenda plenamente aos requisitos legais de segurança.

Recomenda-se ainda, que os cuidados sejam observados em todas as fases, considerando a aquisição dos equipamentos, os projetos e instalações no local de funcionamento, na prática de operação por pessoal devidamente qualificado e no cumprimento dos programas de manutenções estabelecidos, tudo isso, objetivando segurança aos envolvidos no processo e evitando eventuais perdas patrimoniais e paradas dos processos.

O descumprimento ao que determina a norma de segurança é muito sério e caracteriza exposição de trabalhador a riscos controláveis. Vale ressaltar, que a gestão de segurança com as caldeiras a ser desenvolvida pelas empresas deve ocorrer independentemente da ação de fiscalização, uma vez que trata-se de equipamentos operando sob constantes riscos, assim, os requisitos mínimos de segurança devem ser observados, garantindo segurança aos operadores e a coletividade no entorno das caldeiras.

Precipuaente, a minimização dos riscos de acidentes com caldeiras passa pela melhoria do processo de gestão de segurança das caldeiras de forma a possibilitar sua antecipação em todas as fases, com os registros necessários que comprovem atendimento a

todos os requisitos legais auditáveis pelo órgão fiscalizador quando necessário.

Em face da inexistência de dados oficiais dos registros de acidentes relacionados com caldeiras, sugere-se ao órgão fiscalizador, análises específicas que permita serem evidenciadas as falhas principais correlacionando-as com incidentes e acidentes ocorridos, permitindo também, conhecer as causas que contribuíram ou possam contribuir com os acidentes na atividade e assim possibilitar a introdução de meios eficazes no controle dos riscos através das barreiras necessárias.

Concluindo, para que possa ser realizada uma gestão de segurança com caldeiras em contexto macro, deve-se buscar ações conjuntas que envolvam fabricantes, usuários, profissionais habilitados e conselhos de classe, entidades oficiais de profissionalização, sindicatos laborais e outros atores que tenham atuação na área, buscando assim, minimização dos riscos nesta atividade e a redução das não conformidades.

5.1 Sugestões para futuros trabalhos

Em se tratando de estudo embrionário, abre-se possibilidades para trabalhos futuros, através de novas pesquisas, seja em nível de mestrado ou doutorado, com estudos do grau de maturidade nos processos de gestão de segurança em caldeiras nas empresas, analisando os estágios em que encontram-se, possibilitando validação e sugerindo implementações ou mesmo implantação, caso sejam necessários.

Outro viés de possibilidades é a necessidade de pesquisa dos acidentes com caldeiras, com apresentação dos custos diretos, considerando o aspecto legal dos acidentes de trabalho e seus custos indiretos, que vão além dos custos legais, desdobrando-se em custos sociais que são absorvidos pela sociedade, seus custos para as empresas associados aos eventos específicos que vão desde a perda de produção, o reflexo negativo na imagem da empresa, os custos com saúde, as indenizações, os custos jurídicos, o clima de insegurança nas equipes podendo afetar a produtividade, entre outros e principalmente os custos para o acidentado e seus familiares.

Possibilita-se ainda, pesquisa aplicada sobre aspectos das possíveis melhorias através de sistema gestão de segurança informatizado com efetivo controle de todos os documentos exigidos nas auditorias, desde documentos de aquisição dos equipamentos, os projetos de instalação, os registros de todas as manutenções realizadas, os históricos e registros das qualificações dos operadores e a demonstração efetiva de satisfação dos clientes internos e externos, aferida através de instrumentos próprios aplicados nas áreas interessadas e envolvidas.

Referências

ABNT NBR ISO 55000 (2014), ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia.

AGUIAR, Elton Dionísio Gomes de. **Segurança e Saúde no Trabalho Aplicados à Construção Civil – Estudo de Casos em Monte Carmelo**. Monte Carmelo - MG Dezembro de 2018. Disponível em:

<http://repositorio.fucamp.com.br/browse?type=author&value=Aguiar%2C+Elton+Dion%C3%ADsio+Gomes+de>. Acesso em: 7 set. 2020.

ARAUJO, Ana Paula Silva de. **Aspectos trabalhistas e previdenciários decorrentes da pandemia nos casos de doenças ocupacionais nos serviços de natureza essencial: Algumas reflexões sobre a medida provisória 927/2020**. Revista Eletrônica OABRJ - Edição Especial Projeto Mentoria, Artigo 32. Disponível em http://revistaeletronica.oabRJ.org.br/?page_id=2871. Acesso em: 1 ago. 2020.

BEUX, Giovana. **Avaliação das condições de segurança na operação de caldeiras a vapor**. UTFPR, Pato Branco, PR, 2014. 60 p. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5896/1/PB_CEEEST_V_2014_17.pdf. Acesso em: 11 jul. 2020.

BRANDÃO, Claudio. **Acidente do Trabalho e Responsabilidade Civil do Empregador**. 2. ed. São Paulo. LTr, 2006.

BRASIL. Ministério da Economia. **Portaria SEPTR nº 9.384, de 06 de abril de 2019**. Brasília, DF, 06 abr. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-28-atualizada-2020.pdf/view>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. **Portaria SEPTR nº 915, de 30 de julho de 2019**. Brasília, DF, 30 jun. 2019. Disponível em: < https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_2019/Portaria-SEPTR-n-915---aprova-a-nova-NR-01.pdf. Acesso em: 12 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Previdência e Assistência Social, **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**. Brasília 1991, Disponível em: http://www.ipasm.mg.gov.br/arquivos/legislacoes/legislacao/leis/lei_8213.pdf. Acesso em: 18 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho – AEAT. 2020**. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em: 8 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria MTB nº 1.084, de 28 de setembro de 2017**. Brasília, DF, 28 set. 2017. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_2017/Portaria-MTb-n.-1.084-Nova-NR-13.pdf. Acesso em: 12 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria MTB nº 3.214, de 08 de junho de 1978**. Brasília, DF, 08 jun. 1978. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_1978/00--Portaria-MTb-n.-3.214_78.pdf. Acesso em: 9 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria MTB nº 1.082, de 18 de dezembro de 2018**. Brasília, DF, 18 dez. 2018. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_2018/Portaria-MTb-n.-1.082-altera-NR-13.pdf. Acesso em: 12 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria MTE nº 594, de 28 de abril de 2014**. Brasília, DF, 28 abr. 2014. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_2014/Portaria-MTE-n.-594-Nova-NR-13.pdf. Acesso em: 11 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria SIT nº 57, de 19 de junho de 2008**. Brasília, DF, 19 jun. 2008. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_2008/Portaria-n.-57-Altera-NR-13.pdf. Acesso em: 11 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria SSMT nº 02, de 08 de maio de 1984**. Brasília, DF, 08 mai. 1984. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_1984/Portaria-n.-02-Altera-NR-13.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria SSMT nº 12 de 06 de junho de 1983**. Brasília, DF, 12 jun. 1983. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_1983/Portaria-n.-12-Altera-NR-7-8-9-10-12-13-14-e-Anexo-VII-da-15.pdf. Acesso em: 9 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria SSST nº 23, de 27 de dezembro de 1994**. Brasília, DF, 27 dez. 1994. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_1994/Portaria-n.-23-Altera-NR-13.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **SFIT/MTE/SRTE/MT**, 2019. Dados disponibilizados ao autor pela SRTE/MT – Secretaria Regional de Trabalho e Emprego de Mato Grosso, Cuiabá, 2019.

CANEPARO, Marcelo Vaurek. **Fiscalização de Caldeiras e Vasos de Pressão em Pequenos Estabelecimentos da Região de Ponta Grossa-PR**. UTFP, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12542/1/fiscalizacaocaldeirasvasospresa.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.

CARDOSO, Tiago Nuno Raposo. **Metodologias de Gestão de Ativos na perspectiva do prestador de serviços de manutenção**. Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Técnica de Setúbal, Portuga, Novembro de 2017. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/19760/1/Relatório_Dissertacao_TiagoCardoso.pdf Acesso em: 23 jan. 2020.

CARVALHO. Milaré de Carvalho. Aplicação da norma regulamentadora 13 (NR-13): **Estudo de caso em uma indústria sucroalcooleira.2014**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, São Paulo, f. 38

CEREZA, Valber Cruz. CARRARO, Gisele. **Os 100 anos da Proteção ao Acidente de Trabalho no Brasil**. Os 100 Anos da Proteção ao Acidente de Trabalho no Brasil: Coordenação Adriane Bramante de Castro Ladenthin, Marco Aurélio Serau Junior, Melissa Folman. – Curitiba: Instituto Brasileiro de Direito Previdenciário – IBDP, 2019, Pag. 72-83. Disponível em: http://www.cpscetec.com.br/repositorio/Seguranca_do_Trabalho/Os100AnosDaProtecaoContraAcidentesTrabalhoBrasil_LivroCongressoIBDP2019.pdf. Acesso em: 23 jul. 2020.

CHAGAS, Ana Maria de Resende; SALIM, Celso Amorim; SERVO, Luciana Mendes Santos. **Saúde e segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores**. 2011. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3033/1/Livro_Saúde_e_segurança_no_trabalho_no_Brasil_aspectos_institucionais_sistemas_de_informação_e_indicadores. Acesso em: 16 ago. 2020.

CICCO, Francesco de (Coord.). **OHSAS 18001:2007 sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho: Requisitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Risk Tecnologia, 2007. 49 p. (Coleção Risk Tecnologia).

COTOMACIO, André Carrara. **A visão do perito criminal sobre as causas de um acidente de trabalho**. Revista Brasileira de Criminalística, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 60-68, maio 2020. ISSN 2237-9223. Disponível em: <http://abcperitosoficiais.org.br/ojs/index.php/rbc/article/view/387>. Acesso em: 08 ago. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v9i1.387>.

CPS, C. Process Safety Metrics: Guide for Selecting Leading and Lagging Metrics. **Center for Chemical Process Safety. AIChE, New York, 2018**. Disponível em: https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/ccps_process_safety_metrics_-_v3.2.pdf. Acesso em: 21 jun. 2020.

ESOUILEM, Mohamed; BOUZID, Abdel-Hakim; NADEAU, Sylvie. Accident causes involving pressure vessels: **A case study analysis with STAMP model**. 2019.

FÁBIO, Wagner Balera. BERBEL, Lopes Vilela. **Os 100 anos da Proteção ao Acidente de Trabalho no Brasil**. Acidentes do Trabalho: Risco Social ou Incerteza. Coordenação Adriane Bramante de Castro Ladenthin, Marco Aurélio Serau Junior, Melissa Folman. – Curitiba: Instituto Brasileiro de Direito Previdenciário – IBDP, 2019, Pag. 85-100. Disponível em: http://www.cpscetec.com.br/repositorio/Seguranca_do_Trabalho/Os100AnosDaProtecaoContraAcidentesTrabalhoBrasil_LivroCongressoIBDP2019.pdf. Acesso em: 23 jul. 2020.

FERREIRA, Andressa Caroline. **Análise dos Acidentes de Trabalho ocorridos entre 2015 e 2018 em IES no Estado do Paraná**, UTFP, Curitiba, 2019. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12852/1/CT_CEEEST_XXXVII_2019_05.pdf. Acesso em: 19 jul. 2020.

FILGUEIRAS. Vitor Araújo. **Individualização, saúde e segurança do trabalho no Brasil**. Gráfica Movimento. Brasília 2017. Disponível em: http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Figueirasetal_SaudeeSeg.dotrab.noBrasil.pdf#page=20. Acesso em: 15 out. 2020.

FILGUEIRAS. Vitor Araújo. **Saúde e segurança do trabalho no Brasil**. Gráfica Movimento. Brasília 2017. Disponível em: http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Figueirasetal_SaudeeSeg.dotrab.noBrasil.pdf#page=20. Acesso em: 17 out. 2020.

FILHO, Gil Branco. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. ed. Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2008.

FUENTES, Fernando Félix Espinosa. **Metodologia para Inovação da Gestão de Manutenção Industrial**. UFSC. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88894/232836.pdf?sequence=1&isAll owed=y>. Acesso em: 16 abr. 2020.

JÚNIOR. Elói Myszka. **Automação e Gestão dos Sistemas de Segurança de uma Caldeira de Recuperação**. UFSC, Florianópolis, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/200060/PFC%20Elói%20Myszka%20Júnior_2019-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 11 out. 2020.

JUNIOR. Walter José de Azevedo. **Análise das propriedades da água de mina na geração de vapor em caldeira mista para beneficiamento de café no município de Três Pontas – MG**. Varginha 2019. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/1232/1/TCC%20-%20WALTER%20AZEVEDO%20FINAL.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

LORA, Electo E.Silva. NASCIMENTO, Marco V. Rosa do. **Geração Termelétrica**. vol 1. ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2004.

MAGRINI, Rui de Oliveira. **Riscos de Acidentes na Operação de Caldeiras**, São Paulo, Fundacentro, 1994.

MELO, Raimundo Simão de. **O papel da OIT em 100 anos de existência e a importância das convenções 148 e 155 sobre saúde, segurança e meio ambiente do trabalho**. Revista Jurídica Luso-Brasileira, Ano 5 (2019), Nº 4, Pag. 1457-1478.

MICHEL, Oswaldo. **Acidentes de Trabalho e Doenças Ocupacionais**. 3. Edição. ed. LTr. São Paulo, 2008.

MORAES, Giovanni Araújo. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas: Legislação de segurança e saúde no trabalho**. Rio de Janeiro, 7. ed., vol 2, 2009.

OLIVEIRA, Luiz Fernando Seixas de. **Sobre a Definição de Risco**. ABRISCO, Publicado em 10 de Agosto de 2018. Disponível em: <http://www.abrisco.com.br/novo/noticias-de-interesse/noticias-gerais/item/96-sobre-a-definicao-de-risco.html>. Acesso em: 14 ago. 2020.

PERA, Hildo, **Geradores de Vapor**, São Paulo, Ed. Fama, 1990.

PERERIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. ed. Ciência Moderna Rio de Janeiro, 2010.

PESSOA. André Magalhães. SOUZA. Ilan Fonseca de. **Tutelas de urgência no direito ambiental do trabalho: preservação da vida dos trabalhadores**. Gráfica Movimento. Brasília 2017. Disponível em:

http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Figueirasetal_SaudeeSeg.dotrab.noBrasil.pdf#page=20. Acesso em: 17 out. 2020.

PIRES, Aline de Melo. **A vida sob pressão**. Revista Proteção, Novo Hamburgo/RS, n. 162, p. 36-51. Jun. 2005.

REPORTAGEM ESPECIAL REVISTA PROTEÇÃO. **A revolução do vapor**. Revista Proteção n. 48, p. 20-35. Dez. 1995.

RODRIGUES. Otávio Kolowski. SCIENZA. Luiz Alfredo. **Grave e Iminente Risco à Integridade dos Trabalhadores: superando a morte e a desinformação**. Gráfica Movimento. Brasília 2017. Disponível em:

http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Figueirasetal_SaudeeSeg.dotrab.noBrasil.pdf#page=20. Acesso em: 17 out. 2020.

SCHWINDEN, M. Camisão. **A evolução da NR-13 ao longo dos anos e seus impactos**.

Unisul, Tubarão, SC, 2019. 40 p. Disponível em: <https://riuni.unisul.br/handle/12345/7132>. Acesso em: 7 jul. 2020.

SEBRAE (Org.) Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2013**. São Paulo, 2013 6ª edição. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf. Acesso em: 19 out. 2020.

SILVA, Welliton Rodrigues. **O melhor tratamento**. Revista Proteção, Novo Hamburgo/RS, n. 196, p. 118-126. abr. 2008.

SILVA. Alessandro da. WANDELLI. Leonardo Vieira. **Os atos da vítima na responsabilidade por acidentes do trabalho: da individualização à contextualização**.

Gráfica Movimento. Brasília 2017. Disponível em:

http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Figueirasetal_SaudeeSeg.dotrab.noBrasil.pdf#page=20. Acesso em: 17 out. 2020.

SOUSA, Edilson Rocha de. **Uma contribuição à reformulação da Norma Regulamentadora 13 (NR-13) na perspectiva da adoção de sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional**. UFRN, Natal, RN, 2008. 90 p. Disponível em:

https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/14976/1/EdilsonRS_DISSERT.pdf. Acesso em: 17 jul. 2020.


TANNER, Donald E. The Big Picture. **The National Board BULLETIN**, Summer 2002. Ohio (USA), Volume 57, n 2, p. 2, 2002. Disponível em: <https://www.nationalboard.org/SiteDocuments/Bulletins/SU2002/SU2002.html>. Acesso em 06 jan. 2021.

TORREIRA, Raúl Peragallo. **Manual de segurança industrial**, Marques Publicações, s.l, 1999.

VELOSO, Maria Mazzarello. **Gestão de Risco e Sustentabilidade**. ABRISCO, Publicado em 29 de Janeiro de 2019. Artigo disponível em: <http://www.abrisco.com.br/novo/noticias-de-interesse/noticias-gerais/item/109-novo-artigo-gestao-de-risco-e-sustentabilidade.html>. Acesso em: 12 ago. 2020. Matéria originalmente publicada na Revista RI, nº 202, Abr. 2016, com o título: Gestão de Riscos e Sustentabilidade.

VIANA. Herbert Ricardo Garcia, **Fatores de Sucesso para Gestão da Manutenção de Ativos**: Um modelo para elaboração de um plano diretor de manutenção. UFRS, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96509/000911121.pdf?sequence=1>. Acesso em: 31 mai. 2020.

Apêndice – Formulário da pesquisa com empresas referente a gestão de segurança com caldeiras



Seção 1 de 10

Análise de Gestão de Segurança em Caldeiras - NR-13

Meu nome é Rinaldo Angelo dos Santos, trabalho no Senai Várzea Grande - MT, desde 1999, onde há mais de 15 anos ministro curso e acompanhamento estágios para operadores de caldeiras, bem como presto consultorias as indústrias do estado no tocante a NR 13. Agora estou desenvolvendo acadêmico no curso de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial pelo SENAI CIMATEC da Bahia (2020/2021), sob orientação do Professor Dr. Alex Santos e da Professora Ms. Marinilda Lima. Para conclusão da tese e dissertação do mestrado desenvolvo uma pesquisa exploratória sobre ótica a NR 13 versão 2018, com o título: "Gestão de Segurança em Caldeiras: Impactos gerados pelas Falhas e Possibilidades de Melhorias". Este instrumento de pesquisa está pautado na Norma Regulamentadora n.º 13 (NR-13), aprovada pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, sob o título Caldeiras e Vasos de Pressão, que passou a vigorar sob o título Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento, com a redação dada pela Portaria N° 1.082, de 18 de dezembro de 2018 do MTE.

Após a seção 1 Continuar para a próxima seção

Seção 2 de 10

Informações Iniciais

As cinco questões dessa aba refere-se a caracterização e importância das caldeiras por segmento no estado de Mato Grosso, segundo avaliam os gestores desses equipamentos.

Ramo de atividade da Empresa: *

- Indústria de açúcar e/ou álcool e/ou geração de energia;
- Indústria de bebidas e conexos;
- Indústria madeireira;
- Indústria de laticínio e seus derivados;

- Indústria de vulcanização e recauchutagem;
- Indústria ou serviços de alimentos em geral (fabrica de alimentos, restaurante, quartel e universidade);
- Indústria têxtil;
- Indústria frigorífica (frigorífico);
- Indústria de couro (curtume);
- Indústria de ração animal;
- Ramo hospitalar (hospital, empresas de esterilização, universidade);
- Prestação de serviços (lavanderia, hotel, motel, etc);
- Geração de energia elétrica (usina termoeletrica);
- Outro.

Enquadramento da empresa de acordo com critérios SEBRAE - Setor Industrias: (apenas se for indústria) *

- Até 19 empregados - ME - Micro Empresa;
- De 20 a 99 empregados - EPP - Empresa de Pequena Empresa;
- De 100 a 499 empregados - Empresa de Médio Porte;
- 500 ou mais empregados - Empresa de Grande Empresa;
- Não se aplica - Para a empresa ligada ao setor de comercio ou serviços.

Enquadramento da empresa de acordo com critérios SEBRAE - Setores de Comercio ou Serviços: (apenas se for comércio) *

- Até 09 empregados - ME - Micro Empresa;
- De 10 a 19 empregados - EPP - Empresa de Pequena Empresa;
- De 20 a 49 empregados - Empresa de Médio Porte;
- 100 ou mais empregados - Empresa de Grande Empresa;
- Não se aplica - para empresa que seja ligada ao setor de indústria;

Quantas caldeiras possui na empresa: Obs.: Se houver mais de uma Caldeira na empresa, responda apenas uma *
única a vez a pesquisa, considerando a gestão de modo geral.

- Uma;
- Duas;
- Três;
- Quatro;
- Cinco;
- Seis;
- Mais de seis.

Se acaso a caldeira fosse interdita, o processo produtivo será interrompido (paralisado): *

- Sim;
- Não;
- Parcialmente.

Após a seção 2 Continuar para a próxima seção

Seção 3 de 10

Informações básicas da caldeira:



Essa aba possui 4 questões e tem como objetivo conhecer características gerais das caldeira usadas no estado de Mato Grosso.

Quanto ao tipo de troca térmica a caldeira é: *

- Flamotubular (fogatubular);
- Aquatubular (agautubular);
- Mista (flamotubular e aquatubular).

Classificação quanto a pressão da caldeira é: *

- Categoria A;
- Categoria B.

Classificação quanto ao combustível usado na caldeira: *

- Sólido;
- Líquido;
- Gasoso;
- Eletricidade.

Classificação quanto ao grau de automatização da caldeira: *

- Automática - caldeiras que possui todos os sistemas automatizados, alimentação de água e combustível, pi
- Semiautomática - caldeiras que possui parte do seu funcionamento em sistema automatizado, mas não tod
- Manual - caldeiras que não possui nenhum recurso automatizado, tendo seu funcionamento dependente da

Após a seção 3 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 4 de 10

Referente a documentação da caldeira: Essa aba × ⋮
refere-se a documentação prevista na NR 13,
prevista para todas as caldeiras de qualquer
estabelecimento. Abaixo transcrição na integra
(itens, subitens e alíneas) que embasa as questões
dessa aba.

NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018.

13.4.1.6 Toda caldeira deve possuir, no estabelecimento onde estiver instalada, a seguinte documentação devidamente atualizada:

a) Prontuário da caldeira, fornecido por seu fabricante, contendo as seguintes informações:

- código de projeto e ano de edição;
- especificação dos materiais;
- procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final;
- metodologia para estabelecimento da PMTA;
- registros da execução do teste hidrostático de fabricação;
- conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da vida útil da caldeira;
- características funcionais;
- dados dos dispositivos de segurança;
- ano de fabricação;
- categoria da caldeira;

b) Registro de Segurança, em conformidade com o subitem 13.4.1.9;

Subitem 13.4.1.9 O Registro de Segurança deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado do estabelecimento com segurança da informação onde serão registradas:

- a) todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança da caldeira;
- b) as ocorrências de inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária, devendo constar a condição operacional da caldeira, o nome legível e assinatura de PH e do operador de caldeira presente na ocasião da inspeção.

c) projeto de instalação, em conformidade com o subitem 13.4.2.1;

Subitem 13.4.2.1 A autoria do projeto de instalação de caldeiras a vapor, no que concerne ao atendimento desta NR, é de responsabilidade de PH, e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

d) projeto de alteração ou reparo, em conformidade com os subitens 13.3.3.3 e 13.3.3.4;

Subitem 13.3.3.3 Projetos de alteração ou reparo devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:

- a) sempre que as condições de projeto forem modificadas;
- b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.

Subitem 13.3.3.4 Os projetos de alterações ou reparo devem:

- a) ser concebidos ou aprovados por PH;
- b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal;
- c) ser divulgados para os empregados do estabelecimento que estão envolvidos com o equipamento.

e) relatórios de inspeção de segurança, em conformidade com o subitem 13.4.4.16;

Subitem 13.4.4.16 O relatório de inspeção de segurança, mencionado na alínea "e" do subitem 13.4.1.6, deve ser elaborado em páginas numeradas contendo no mínimo:

- a) dados constantes na placa de identificação da caldeira;
- b) categoria da caldeira;
- c) tipo da caldeira;
- d) tipo de inspeção executada;
- e) data de início e término da inspeção;
- f) descrição das inspeções, exames e testes executados;
- g) registros fotográficos do exame interno da caldeira;
- h) resultado das inspeções e providências;
- i) relação dos itens desta NR, relativos a caldeiras, que não estão sendo atendidos;
- j) recomendações e providências necessárias;
- k) parecer conclusivo quanto à integridade da caldeira até a próxima inspeção;
- l) data prevista para a nova inspeção de segurança da caldeira;
- m) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do PH e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

f) certificados de calibração dos dispositivos de segurança.

13.4.3.1 Toda caldeira deve possuir manual de operação atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, contendo no mínimo:

- a) procedimentos de partidas e paradas;
- b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;
- c) procedimentos para situações de emergência;
- d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente.

Tendo como base os subitens e alíneas acima, referente a documentação da caldeira, a empresa: *

- Atende plenamente todas as exigências;
- Não atende as exigências acima;
- Atende parcialmente as exigências.

Após a seção 4 Continuar para a próxima seção

Seção 5 de 10

Requisitos para à instalação da caldeira: Essa aba refere-se aos critérios exigidos para a instalação das caldeiras de qualquer categoria prevista na NR 13. Abaixo transcrição na íntegra (itens, subitens e alíneas) que embasa as questões dessa aba.

NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018.

13.4.2.1 A autoria do projeto de instalação de caldeiras a vapor, no que concerne ao atendimento desta NR, é de responsabilidade de PH, e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.

13.4.2.3 Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, a área de caldeiras deve satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) estar afastada de, no mínimo, 3,0 m (três metros) de:
- outras instalações do estabelecimento;
 - de depósitos de combustíveis, excetuando-se reservatórios para partida com até 2 000 L (dois mil litros) de capacidade;
 - do limite de propriedade de terceiros;
 - do limite com as vias públicas;
- b) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas;
- c) dispor de 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;
- d) ter sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação atendendo às normas ambientais vigentes;
- e) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;
- f) ter sistema de iluminação de emergência caso opere à noite.

13.4.2.4 Quando a caldeira estiver instalada em ambiente fechado, a casa de caldeiras deve satisfazer os seguintes requisitos:

- a) constituir prédio separado, construído de material resistente ao fogo, podendo ter apenas uma parede adjacente a outras instalações do estabelecimento, porém com as outras paredes afastadas de, no mínimo, 3,0 m (três metros) de outras instalações, do limite de propriedade de terceiros, do limite com as vias públicas e de depósitos de combustíveis, excetuando-se reservatórios para partida com até 2.000 L (dois mil litros) de capacidade;
- b) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentemente desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas;
- c) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;
- d) dispor de sensor para detecção de vazamento de gás quando se tratar de caldeira a combustível gasoso;

- e) não ser utilizada para qualquer outra finalidade;
- f) dispor de 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;
- g) ter sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado, provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo às normas ambientais vigentes;
- h) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes e ter sistema de iluminação de emergência.

13.4.2.6 As caldeiras classificadas na categoria A devem possuir painel de instrumentos instalados em sala de controle, construída segundo o que estabelecem as Normas Regulamentadoras aplicáveis.

Tendo como base os subitens e alíneas acima, referente a instalação da caldeira, a empresa: *

- Atende plenamente todas as exigências;
- Não atende as exigências acima;
- Atende em parte as exigências.

Após a seção 5 Continuar para a próxima seção

Seção 6 de 10

Referente à identificação da caldeira: Essa aba refere-se a identificação das caldeiras prevista na NR 13. Abaixo transcrição na íntegra (subitens e alíneas) que embasa as questões dessa aba.

NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018.

13.4.1.4 Toda caldeira deve ter afixada em seu corpo, em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome do fabricante;
- b) número de ordem dado pelo fabricante da caldeira;
- c) ano de fabricação;
- d) pressão máxima de trabalho admissível;
- e) pressão de teste hidrostático de fabricação;
- f) capacidade de produção de vapor;
- g) área de superfície de aquecimento;
- h) código de projeto e ano de edição.

13.4.1.5 Além da placa de identificação, deve constar, em local visível, a categoria da caldeira, conforme definida no subitem 13.4.1.2 desta NR, e seu número ou código de identificação.

Tendo como base os subitens e alíneas acima, referente a identificação da caldeira, a empresa: *

- Atende plenamente todas as exigências;
- Não atende as exigências acima;
- Atende em parte as exigências.

Após a seção 6 Continuar para a próxima seção

Seção 7 de 10

Referente à operação da caldeira: Essa aba refere-se a qualificação dos operadores de caldeiras prevista na NR 13. Abaixo transcrição na íntegra (subitens e alíneas) que embasa as questões dessa aba.

NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018.

13.4.3.4 Toda caldeira a vapor deve estar obrigatoriamente sob operação e controle de operador de caldeira.

13.4.3.5 É considerado operador de caldeira aquele que satisfizer o disposto no item "A" do Anexo I desta NR.

A1.1 Para efeito da NR-13, é considerado operador de caldeira aquele que satisfizer uma das seguintes condições:

- a) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras expedido por instituição competente e comprovação de prática profissional supervisionada conforme item A1.5 deste Anexo;
- b) possuir certificado de Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras previsto na NR-13 aprovada pela Portaria SSMT n.º 02, de 08 de maio de 1984 ou na Portaria SSST n.º 23, de 27 de dezembro de 1994.

Anexo:

A1.5 Todo operador de caldeira deve ser submetido à prática profissional supervisionada na operação da própria caldeira que irá operar, a qual deve ser documentada e ter duração mínima de:

- a) caldeiras de categoria A: 80 (oitenta) horas;
- b) caldeiras de categoria B: 60 (sessenta) horas.

A1.6 O estabelecimento onde for realizada a prática profissional supervisionada prevista nesta NR deve informar, quando requerido pela representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento:

- a) período de realização da prática profissional supervisionada;
- b) entidade, empregador ou profissional responsável pelo Treinamento de Segurança na Operação de Caldeira;

A1.7 Deve ser realizada a atualização dos conhecimentos dos operadores de caldeiras quando:

- a) ocorrer modificação na caldeira;
- b) ocorrer acidentes e/ou incidentes de alto potencial, que envolvam a operação da caldeira;
- c) houver recorrência de incidentes.

Tendo como base os subitens, alienas e anexo acima, referente a operação caldeira, a empresa: *

- Atende plenamente a todas exigências;
- Não atende as exigências acima;
- Atende parcialmente as exigências.

Após a seção 7 Continuar para a próxima seção

Seção 8 de 10

Referente as manutenções da caldeira: Essa aba refere-se as manutenções realizadas na(s) caldeira(s) em atendimento a NR 13. Abaixo transcrição na integra (subitens e alíneas) que embasa as questões dessa aba.

NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018.

13.4.4.1 As caldeiras devem ser submetidas a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária.

13.4.4.2 A inspeção de segurança inicial deve ser feita em caldeiras novas, antes da entrada em funcionamento, no local definitivo de instalação, devendo compreender exame interno, seguido de teste de estanqueidade e exame externo.

13.4.4.4 A inspeção de segurança periódica, constituída por exames interno e externo, deve ser executada nos seguintes prazos máximos:

- a) 12 (doze) meses para caldeiras das categorias A e B;
- b) 15 (quinze) meses para caldeiras de recuperação de álcalis de qualquer categoria;
- c) 24 (vinte e quatro) meses para caldeiras da categoria A, desde que aos 12 (doze) meses sejam testadas as pressões de abertura das válvulas de segurança.

13.4.4.5 Estabelecimentos que possuam SPIE, conforme estabelecido no Anexo II, podem estender seus períodos entre inspeções de segurança, respeitando os seguintes prazos máximos:

- a) 24 (vinte e quatro) meses para as caldeiras de recuperação de álcalis;
- b) 24 (vinte e quatro) meses para as caldeiras da categoria B;
- c) 30 (trinta) meses para caldeiras da categoria A.

13.4.4.12 A inspeção de segurança extraordinária deve ser feita nas seguintes oportunidades:

- 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 6 (seis) meses;
- d) quando houver mudança de local de instalação da caldeira.

13.4.4.13 A inspeção de segurança deve ser executada sob a responsabilidade técnica de PH.

13.4.4.15 O empregador deve informar à representação sindical da categoria profissional predominante do estabelecimento, num prazo máximo de 30 (trinta) dias após o término da inspeção de segurança, a condição operacional da caldeira.

13.4.4.8 No máximo, ao completar 25 (vinte e cinco) anos de uso, na sua inspeção subsequente, as caldeiras devem ser submetidas a uma avaliação de integridade com maior abrangência para determinar a sua vida remanescente e novos prazos máximos para inspeção, caso ainda estejam em condições de uso.

13.4.4.17 As recomendações decorrentes da inspeção devem ser registradas e implementadas pelo empregador, com a determinação de prazos e responsáveis pela execução.

Tendo como base os subitens e alienas acima, referente as manutenções da caldeira, a empresa: *

- Atende plenamente todas as exigências;
- Não atende as exigências acima;
- Atende parcialmente as exigências.

Após a seção 8 Continuar para a próxima seção

Seção 9 de 10

Referente aos instrumentos de controle da caldeira: Essa aba se refere-se aos instrumentos da caldeira conforme estabelece a NR 13. Abaixo transcrição na íntegra (subitens e alíneas) que embasa as questões dessa aba.

NR 13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação - Portaria nº 1.082 de 18/12/2018.

13.4.3.2 Os instrumentos e controles de caldeiras devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais.

13.4.1.3 As caldeiras devem ser dotadas dos seguintes itens:

a) válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA, considerados os requisitos do código de projeto relativos a aberturas escalonadas e tolerâncias de calibração;

b) instrumento que indique a pressão do vapor acumulado;

c) injetor ou sistema de alimentação de água independente do principal que evite o superaquecimento por alimentação deficiente, acima das temperaturas de projeto, de caldeiras de combustível sólido não atomizado ou com queima em suspensão;

e) sistema automático de controle do nível de água com intertravamento que evite o superaquecimento por alimentação deficiente.

13.4.3.3 A qualidade da água deve ser controlada e tratamentos devem ser implementados, quando necessários, para compatibilizar suas propriedades físico-químicas com os parâmetros de operação da caldeira definidos pelo fabricante.

Tendo como base os subitens e alienas acima, referente aos instrumentos da caldeira, a empresa: *

- Atende plenamente a todas as exigências;
- Não atende as exigências acima;
- Atende em parte as exigências.

A empresa realiza tratamento de água de alimentação da caldeira conforme estabelece subitem 13.4.3.3: *

- Faz tratamento (externo e interno);
- Não faz nenhum tratamento;
- Faz tratamento parcialmente.

Após a seção 9 Continuar para a próxima seção

Seção 10 de 10

Percepções positivas e/ou negativas com a NR 13 na empresa.

A últimas três questões da pesquisa se refere as situações vivenciadas na implementação do cumprimento da NR 13 nas empresas.

Qual(is) maior(es) dificuldade(s) a empresa enfrenta (convive) na aplicabilidade da NR-13. *

	Muito relevante	Parcialmete relevante	Pouco relevante
Dificuldade com a mão d...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade com a mão d...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade de acesso a i...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade de acesso a i...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de apoio das entid...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

No tocante a Gestão de Risco, a aplicação da NR 13 para a empresa é percebida como: *

	Muito importante	Importante	Pouco importante
Contribui muito positiva...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contribui pouco para se...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Não contribui para segur...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em referência as duas questões finais, cite exemplos, se houver, de alguma(s) boa(s) prática(s) implantadas a partir desses desdobramentos:

Texto de resposta curta

Anexo: Artigo publicado na Revista ENIT

Artigo publicado na Revista da Escola Nacional da Inspeção do Trabalho - Ano 4 – 2020.

ISSN Eletrônico: 2594-8628

TÍTULO: GESTÃO DE SEGURANÇA EM CALDEIRAS: IMPACTOS GERADOS PELAS FALHAS E POSSIBILIDADES DE MELHORIAS

Autores:

Rinaldo Angelo dos Santos

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5113-1962>

Marinilda Lima Souza

Alex Álisson Bandeira Santos

Diego Henrique de Andrade Santos Siqueri

Valvite José Alípio Junior

Disponível

em:

<https://enit.trabalho.gov.br/revista/index.php?journal=RevistaEnit&page=article&op=view&path%5B%5D=98>