

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Lucas Magalhães Nascimento
Tatiana de Paula Souza

**AUTOMAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA E
MANUTENÇÃO PARA CALDEIRAS, COM APLICAÇÃO DA
NR13, BUSCANDO A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO E
VIABILIDADE ECONÔMICA**

Taubaté – SP
2017

Lucas Magalhães Nascimento

Tatiana de Paula Souza

**AUTOMAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA E
MANUTENÇÃO PARA CALDEIRAS, COM APLICAÇÃO DA
NR13, BUSCANDO A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO E
VIABILIDADE ECONÔMICA**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Título de Bacharel em Engenharia
Mecânica do Departamento de Engenharia
Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Profa. Maria Regina Hidalgo de
Oliveira Lindgren.

Co-orientador: Prof. Paulo Cesar Corrêa Lindgren.

**Taubaté – SP
2017**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema integrado de Bibliotecas – UNITAU**

N244a Nascimento, Lucas Magalhães
Automação de dispositivos de segurança e manutenção
para caldeiras, com aplicação da NR13, buscando a otimização
do processo e viabilidade econômica. / Lucas Magalhães
Nascimento, Tatiana de Paula Souza. - 2017.
50f. : il.

Monografia (trabalho de graduação) - Universidade de
Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica, 2017.
Orientação: Profa Ma. Maria Regina de Oliveira Lindgren,
Departamento de Engenharia Mecânica.
Coorientação: Prof. Me. Paulo César Corrêa Lindgren,
Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Caldeiras. 2. Dispositivo. 3. Manutenção. 4. Segurança.
I. Souza, Tatiana de Paula. II. Título.

LUCAS MAGALHÃES NASCIMENTO

TATIANA DE PAULA SOUZA

**AUTOMAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA E MANUTENÇÃO PARA
CALDEIRAS, COM APLICAÇÃO DA NR13, BUSCANDO A OTIMIZAÇÃO DO
PROCESSO E VIABILIDADE ECONÔMICA**

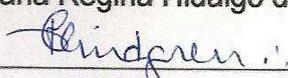
Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Mecânica do Departamento
de Engenharia Mecânica da Universidade
de Taubaté.

Data: 09/02/2017.

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

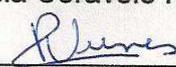
Profa. MSc. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren Universidade de Taubaté

Assinatura 

Prof. MSc. Paulo Cesar Corrêa Lindgren Universidade de Taubaté

Assinatura 

Profa. MSc. Patrícia Ceravolo Rodrigues Paiva Nunes Oliveira

Assinatura 

Universidade de Taubaté

“Se alguém pensa que conhece bem alguma coisa,
ainda não sabe como se deve conhecer.”

(1Cor 8.2)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus por ter-nos guiado até aqui com discernimento e aos nossos pais por todo o suporte necessário ao longo da graduação. Agradecemos, também, aos nossos professores orientadores Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren e Paulo Cesar Corrêa Lindren pelo auxílio necessário a este tema de Trabalho de Graduação e ao nosso colega Maxwell Peretta, que muito nos ajudou com conhecimentos da área de Automação.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso (TCC) tem como foco principal a aplicação de dispositivo de segurança, com treinamento e divulgação no que concerne aos riscos da falta de manutenção preventiva, ou somente com a manutenção corretiva, para as Caldeiras de uso contínuo em largas escalas industriais, de hotelarias, de hospitais, etc. Paralelamente à pesquisa, realizou-se o projeto de automação do dispositivo, visando-se inovar em segurança para caldeira e, desta forma, aprimorar o sistema de segurança encontrado atualmente no mercado. Este sistema mensura os diferentes níveis de pressão, vazão e temperatura encontrados na máquina, para que o profissional habilitado possa fazer a ação necessária para o bom funcionamento do equipamento. Também se abordará a orientação sobre a ficha de anamnese, a fim de conferir ao operador de manutenção de uma caldeira um *check list* real, porém fidedigno, para que possa garantir a vida útil do equipamento e sua operacionalidade, não causando riscos à vida humana e nem prejuízos ao patrimônio.

Palavras-chave: caldeiras; dispositivo; manutenção; segurança

ABSTRACT

This monograph has as main focus the application of a safety device, within training and divulgation about the lack of preventive maintenance risks, or only with corrective maintenance, for the Boilers which are continuously used in large industrial scale, or hospitality, or hospitals, etc. In parallel to the research, it was accomplished the project of an automation device looking for innovation in the boilers' safety and, in this way, improve the current safety system found in the market. This system will measure the different levels of pressure, flow rate and temperature found in these machines, so the qualified professional can take the necessary action for the proper functioning of the equipment. It also approaches the orientation about the anamneses file, in order to provide the boiler's operator a sound check list to ensure the equipment lifespan and its operability, avoiding risks to the human life and assets losses.

Keywords: boilers; device; maintenance; safety

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Caldeira Flamotubular.....	18
Figura 2 - Modelo de Caldeira Aquatubular.....	19
Figura 3 - Modelo de Caldeira Mista.....	20
Figura 4 - Representação esquemática do processo.....	29
Figura 5 – Sistema Supervisório desligado.....	32
Figura 6 – Sistema Supervisório ligado.....	32
Figura 7 – Sistema Supervisório com Nível de Vapor “alto”	33
Figura 8 – Sistema Supervisório com Nível de Pressão “baixo”	33
Figura 9 – Sistema Supervisório com Nível de Vazão a “alto”	34
Figura 10 – Sistema Supervisório com Nível de Água “baixo”	34
Figura 11 – Sistema Supervisório com Nível de Temperatura “extremamente alto”	35
Figura 12 – Sistema Supervisório com o botão “Emergência” acionado.....	35
Figura 13 – Sistema Supervisório com níveis de vazão e pressão “zerados” ...	36
Figura 14 – Sistema Supervisório “estabilizado” novamente.....	36
Figura 15 - Gráfico comparativo de viabilidade da automação de caldeiras.....	39

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Vazão Volumétrica.....	23
------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PLC *Programmable Logical Controller* (CLP, Controlador Lógico Programável).

LC *Level Controller* (Controlador de nível).

PC *Pressure Controller* (Controlador de pressão).

PDT *Pressure Differential Transmitter* (Transmissor de pressão diferencial).

PT *Pressure Transmitter* (Transmissor de pressão).

PSV *Pressure Safety Valve* (Válvula de Pressão de Segurança).

TC *Temperature Controller* (Controlador de temperatura).

TT *Temperature Transmitter* (Transmissor de temperatura).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 Delimitação do Estudo.....	15
1.3 Relevância do Estudo.....	15
1.4 Organização do Trabalho.....	16
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Definição de Caldeira.....	17
2.2 Tipos de Caldeiras.....	17
2.2.1 Caldeiras Flamotubulares.....	17
2.2.2 Caldeiras Aquatubulares.....	18
2.2.3 Caldeiras Mistas.....	19
2.3 Normatização de Caldeiras.....	20
2.4 Classificação de Caldeiras.....	21
2.5 Equipamentos utilizados nas caldeiras.....	21
2.6 Utilização.....	21
2.7 Teste Hidrostático.....	22
2.8 Teste de Válvulas.....	22
2.8.1 Teste através de dispositivo contador de bolhas.....	22
2.8.2 Teste com água retida no flange de saída e ½” além da superfície de vedação do bocal.....	23
2.8.3 Teste com água na temperatura ambiente.....	23
2.8.4 Teste com fundo negro na saída da tubulação de descarga.....	23
2.9 Vazão Volumétrica.....	23
2.10 Volume Específico.....	24
2.11 Poder Calorífico.....	24
2.12 Geração de Vapor.....	24
2.13 Distribuição do Vapor.....	24
2.14 Utilização do Vapor.....	24
2.15 Retorno do Condensado.....	24
2.16 Tipos de Vapor.....	25

2.16.1 Vapor Saturado.....	25
2.16.2 Vapor Superaquecido.....	25
2.17 Densidade.....	25
2.18 Manômetro.....	25
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Metodologia de Pesquisa.....	26
3.2 Materiais e Métodos.....	27
3.2.1 Equipamentos que integram o painel supervisorio de segurança.....	27
3.2.2 Quanto ao vapor.....	27
3.2.3 Quanto à água.....	27
3.2.4 Funcionalidades.....	27
3.2.5 Utilização.....	28
4 ESTUDO DE CASO.....	30
4.1 Nível de vapor.....	30
4.2 Nível de pressão.....	30
4.3 Nível de vazão.....	30
4.4 Nível de água.....	31
4.5 Nível de temperatura.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
6 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	41
ANEXO A – E-mail orçamentário do painel automatizado para caldeira.....	45
ANEXO B – <i>Check list</i> para supervisão de Caldeiras (adaptado pelos autores).....	46

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XVII teve início a necessidade da utilização da energia a vapor. Mais especificamente, o físico e inventor francês Dr. Denis Papin foi quem originou a utilização da energia a vapor como fonte de aquecimento. Alguns anos depois, seria o criador da primeira panela de pressão e do movimento de pistão gerado por meio do aquecimento e resfriamento da água, além de inventar o que é o enfoque desta monografia, a primeira válvula de segurança para esta panela (conhecida popularmente como “pino”) com o intuito de evitar explosões.

Thomas Savery, engenheiro inglês, inventou, em 1698, o que seria a primeira máquina a vapor conhecida, a fim de colher água de poços de minas.

Adiante, o inglês Thomas Newcomen, já no século XVIII, utilizou desta tecnologia, aprimorando-a, para trazer água das minas de carvão para o abastecimento de cidades, por meio do êmbolo num sistema de ir e vir, quando aquecido e resfriado. Observando a lentidão deste processo, James Watt (fabricante inglês de instrumentos) criou um sistema de condensação, a fim de agilizar o sistema em pressão atmosférica. Otimizando este processo, Watt desenvolveu válvulas para recepção de vapor e sua respectiva saída diretamente para o condensador. O sistema de foi substituído pelo sistema de rotação, dando o real início da máquina a vapor.

Acompanhando-se a linha cronológica, no século XIX, o inglês Trevithick inventa a máquina de pressão, dispensando, assim, o uso de condensadores no sistema anterior. Já em 1856, o americano Stefen Wilcox desenvolveu um gerador de vapor com tubos inclinados. Este conceito foi aprimorado em 1880 por Alan Stirling, quem desenvolveu a caldeira de tubos curvados, conceito este utilizado até os dias de hoje. Deste ponto da história em diante dá-se início à Revolução Industrial, onde o vapor e a utilização de caldeiras foram as principais fontes para a fabricação em massa.

A intensificação da utilização de caldeiras trouxe, como consequências, alguns acidentes. Tudo era novo e ainda não havia uma regra a ser seguida sobre construção e utilização das caldeiras. Até que em março de 1905, na cidade de Brockton, estado de Massachussets, ocorreu um acidente em grande escala em

uma fábrica de calçados. A partir deste acidente, medidas foram tomadas para a criação de um regulamento para construção e utilização mais segura do equipamento. Mas foi somente em 1914 que a *ASME (American Society of Mechanical Engineers)* aprovou de fato o “*Boiler and Pressure Vessels Code*” (Código de Caldeiras e Vasos de Pressão) que regulamentava projeto e construção de caldeiras. No Brasil, utiliza-se a Norma Regulamentadora 13, que foi criada em 8 de junho de 1978 e sofre atualizações periodicamente.

Com base em vários acidentes e nos riscos que a caldeira oferece, objetivava-se o estudo da automação de dispositivos de segurança, tendo como base a Norma Regulamentadora 13, a fim de aperfeiçoá-los.

O tema deste trabalho foi adotado tendo em vista que os atuais dispositivos de segurança para caldeiras disponibilizados no mercado têm se tornado obsoletos. A partir deste preceito, esta monografia visa, igualmente, levantar dados de viabilidade tanto econômica quanto prática da automação de dispositivo, o qual possa prevenir as possíveis causas de acidentes que ocorrem nas caldeiras em suas rotinas exaustivas de utilização, seja em ambientes fabris, seja também em casas de caldeiras, hospitais, hotéis, etc, proporcionando, juntamente com a questão econômica, maior segurança para operadores de caldeira e funcionários que atuam no ambiente em que esta se encontra.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esta monografia tem como ideia principal apresentar a importância da automação dos dispositivos de segurança, estando de acordo com a NR13, e a aplicação de melhorias na manutenção de caldeira para melhor utilização da máquina e para maior segurança dos funcionários, mostrando a viabilidade econômica da automação e os efeitos que esta causa na otimização do processo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Por meio de pesquisas sobre caldeira, manutenção e da NR13, percebeu-se a falta de melhorias neste campo. Por tanto, esta pesquisa trata de analisar o funcionamento, a variedade e a manutenção realizada, hoje, em uma caldeira.

Aborda-se, mais especificamente, a junção da automatização dos dispositivos de segurança para caldeiras ao monitoramento remoto. Caso o equipamento entre em estado de atenção ou emergência, o sistema avisará a sala de monitoramento para que o supervisor tome as devidas ações necessárias. Além disso, o equipamento também emitirá um sinal sonoro e visual.

Este avanço tecnológico resultará em melhorias na área da manutenção, que terá maior controle do equipamento, um *check list* mais sucinto e ajustes programados, alcançando, ao final, a sua viabilidade econômica e o mais importante: a diminuição de riscos de explosão e o aumento da segurança das pessoas ao redor da caldeira.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Abordar-se-á, basicamente, o funcionamento e os tipos de caldeiras para que se possa dar ênfase ao projeto de automação dos dispositivos de segurança. Projetar, analisar suas particularidades e acrescentar melhorias necessárias para que a automatização proporcione mais segurança aos operadores e sociedade ao redor, evitando fatalidades e gastos que são provenientes de acidentes.

1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Indícios históricos mostram o quanto se deve inovar e melhorar a segurança em caldeiras. Houve, desde a criação das caldeiras, algumas explosões que trouxeram danos irreversíveis e trágicos para pessoas que se localizavam próximas à caldeira. Tais acontecimentos mostraram a necessidade de se pensar em algo que pudesse, ao menos, diminuir os riscos de explosões, e, desta forma, aumentar a segurança das pessoas ao redor da caldeira.

Portanto, realizou-se um projeto visando relevante viabilidade econômica e redução significativa nos riscos de explosões em caldeiras.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho inicia-se abordando, no capítulo um, o contexto histórico que gerou a necessidade da utilização da energia a vapor e, por consequência, a criação das caldeiras.

Em seguida, no segundo capítulo, abordam-se as especificações técnicas do que é caldeira, seus tipos, componentes principais conforme a Norma Regulamentadora 13, os dispositivos de segurança já utilizados na mesma e as normas que regem a utilização desta máquina no Brasil.

No terceiro capítulo explica-se a metodologia utilizada, bem como os materiais e métodos empregados durante o desenvolvimento da monografia.

No quarto capítulo, analisa-se o estudo de caso deste trabalho.

No quinto capítulo, abordam-se os resultados e discussão do que foi obtido com a otimização proposta pelo trabalho.

Como último capítulo está a Conclusão, informando a relação custo *versus* benefício da automação da segurança de uma caldeira.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO DE CALDEIRA

“Caldeira é o nome popular dado aos equipamentos geradores de vapor, cuja aplicação tem sido ampla no meio industrial e também na geração de energia elétrica nas chamadas centrais termelétricas.” (ALTAFINI, 2002, p.3).

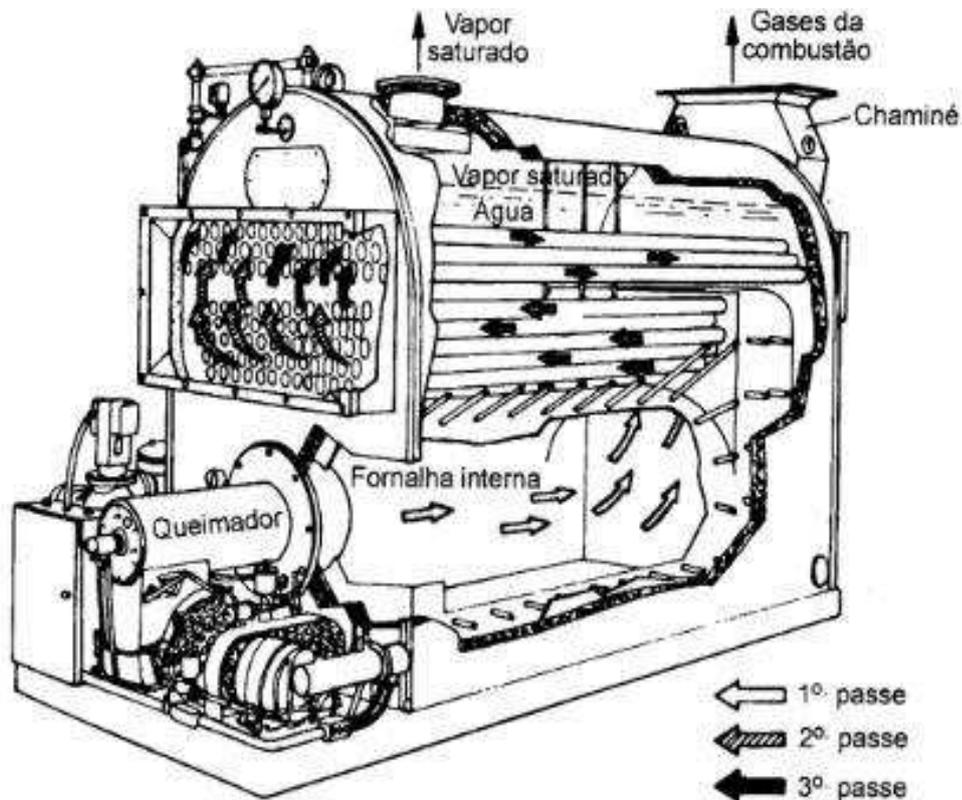
2.2 TIPOS DE CALDEIRAS

As caldeiras costumam ser subdividas em três tipos: Flamotubulares, Aquatubulares e Mistas.

2.2.1 Caldeiras Flamotubulares

As caldeiras flamotubulares (também conhecidas como fumotubulares) possuem como principal característica, segundo Altafini (2002, p. 7), a circulação interna dos gases de combustão, onde os tubos guiam os gases por toda área interna da caldeira. Estas caldeiras podem ser tanto verticais quanto horizontais, porém a última modalidade é a mais comumente encontrada. Para estas caldeiras, seja combustível líquido ou gasoso, um aparelho denominado queimador é instalado na parte frontal da fornalha. Por fim, as caldeiras flamotubulares são limitadas nos quesitos pressão e produção, chegando ao máximo de 15ton/h de produção de vapor e pressão alcançada de 18 bar. A seguir, na Figura 1, verifica-se o modelo supracitado.

Figura 1 - Modelo de Caldeira Flamotubular.

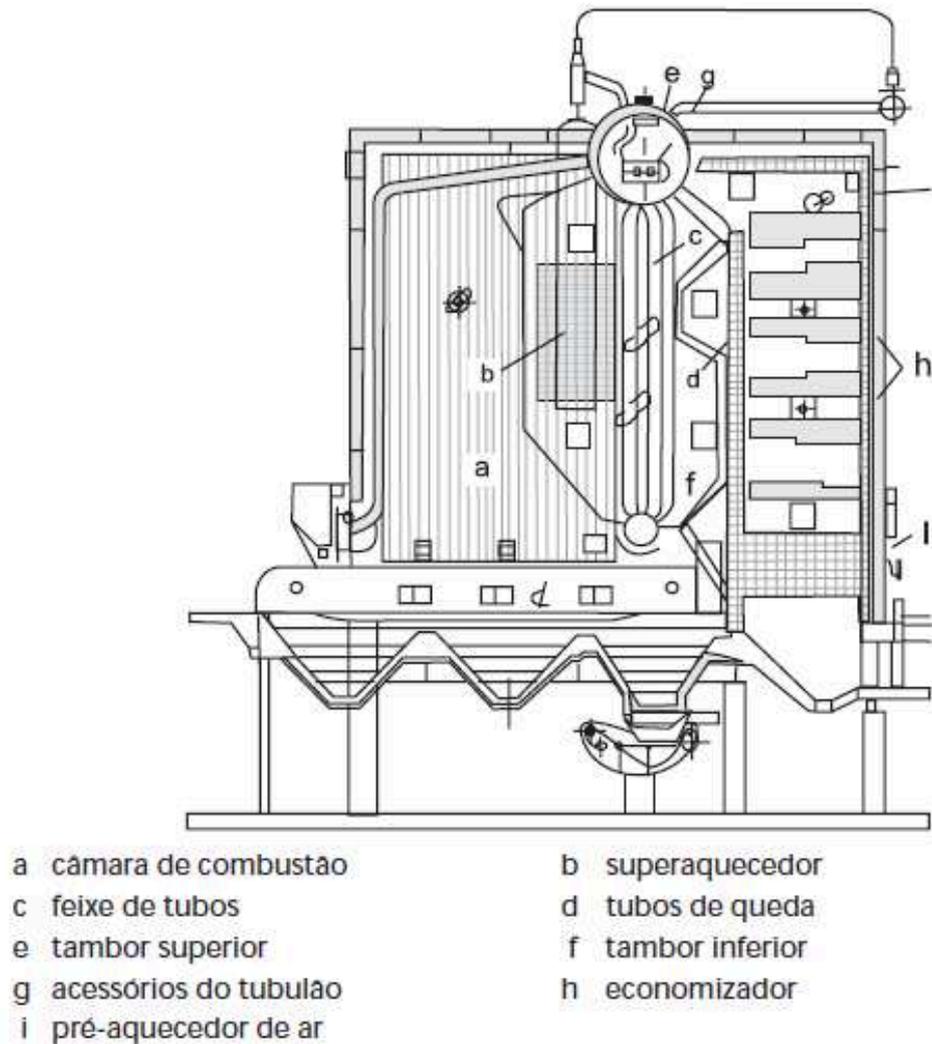


Fonte: JÚNIOR (2013).

2.2.2 Caldeiras Aquatubulares

Ainda segundo Altafini (2002, p. 8), este tipo de caldeira é caracterizado por possuir circulação externa dos gases de combustão. Os tubos guiam vapor e massa d'água. Esta modalidade de caldeira produz mais vapor que a flamotubular e tem maior utilização no mercado por seus vasos de pressão serem menores, favorecendo-a economicamente. Adaptar acessórios como superaquecedor é outra vantagem da caldeira aquatubular. Observa-se, na Figura 2, o modelo supracitado.

Figura 2 - Modelo de Caldeira Aquatubular.

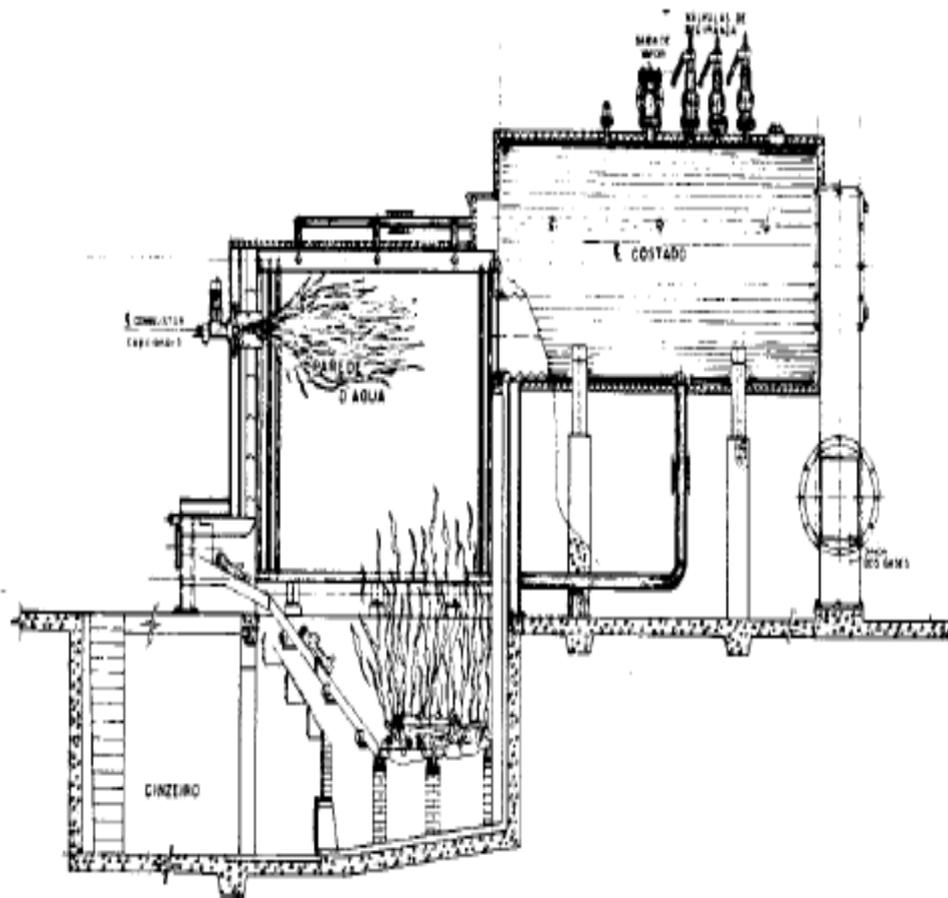


Fonte: INSPCAL Inspeção de Equipamentos (2016).

2.2.3 Caldeiras Mistas

Esta modalidade, como o próprio nome diz, é a combinação entre as caldeiras flamotubular e aquatubular. A seguir, na Figura 3, observa-se este tipo de caldeira.

Figura 3 - Modelo de Caldeira Mista.



Fonte: NASER (2012).

2.3 NORMATIZAÇÃO DE CALDEIRAS

Para a construção de uma caldeira é necessário que o projeto e sua realização estejam conforme as normas *The American Society of Mechanical Engineers (ASME) section I and VIII*, ABNT NBR 16035 e ABNT NBR ISO 16528.

Além das Normas Construtivas, existe ainda a Norma Regulamentadora NR13, a qual rege as condições mínimas para a gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nos aspectos relacionado a instalação, inspeção, operação e manutenção, visando sempre a segurança e a saúde dos trabalhadores. (GUIA TRABALHISTA, 2014).

2.4 CLASSIFICAÇÃO DE CALDEIRAS

Baseando-se na Portaria MTE (Portaria Ministro de Estado do Trabalho e Emprego) n° 594, atualizada em 28 de abril de 2014, no parágrafo 13.4.1.2, página 4, as caldeiras podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Categoria A:** (pressão de operação $\geq 1.960.000$ Pa; 19,98 kgf/cm²);
- **Categoria C:** (pressão de operação ≤ 588.000 Pa; 5,99 kgf/cm² e volume interno ≤ 100 litros); e
- **Categoria B:** onde se encontram classificadas as caldeiras que não se adequam a nenhuma das duas categorias citadas anteriormente. (GUIA TRABALHISTA, 2014).

2.5 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NAS CALDEIRAS

Segundo a NR 13 (GUIA TRABALHISTA, 2014), parágrafo 13.41.3, a caldeira precisa ser equipada com:

- Vávula de segurança;
- Manômetro;
- Abastecimento de água secundário, a fim de não haver superaquecimento das caldeiras;
- Sistema automatizado de drenagem rápida da água da caldeira;
- Controle automatizado do nível de água da caldeira.

2.6 UTILIZAÇÃO

A utilização de caldeiras é mais ampla do que se imagina: em hospitais, por exemplo, esta máquina supre necessidades de setores como lavanderia e nutrição. Utiliza-se, também, na alimentação de máquinas de esterilização de materiais (autoclaves). Já em hotéis, uma das formas que a caldeira pode ser utilizada é para o aquecimento de chuveiros para os hóspedes. Há, inclusive, outras finalidades de produção de energia por meio de vapor (como aquecimento de piscina, por exemplo). (BEUX, 2014).

Segundo Nascimento (2011, p. 5), utiliza-se caldeiras para produção de vapor superaquecido (como em usinas termoelétricas), vapor saturado ou levemente superaquecido em ambiente fabril e também caldeiras combinadas, quando há produção dos dois casos supracitados.

Existem, também, testes realizados nos componentes de uma caldeira. A seguir, explicam-se os principais testes executados nesta máquina.

2.7 TESTE HIDROSTÁTICO

Pode ser definido como “[...] o processo em que os componentes de um sistema, tais como tubos e vasos de pressão são testados para a verificação de resistência e vazamentos através do enchimento do equipamento com um líquido pressurizado.” (WAGNER, 2011).

“Os recipientes que podem ser testados incluem caldeiras, cilindros de gás ou os tubos em um sistema de água. O teste assegura que não existem quaisquer fugas no recipiente e que é estruturalmente seguro para operar.” (SAAD, 2012).

2.8 TESTE DE VÁLVULAS

Segundo Mathias (2010, p. 48), existem alguns tipos de testes permissíveis às válvulas de segurança. A seguir, serão apresentados os testes das válvulas mais encontradas no mercado atualmente:

2.8.1 Teste através de dispositivo contador de bolhas

Tendo uma tolerância de 40 bolhas/min para válvulas de sedes metálicas, o método padronizado pela *API Std (American Petroleum Institute Standard)* consiste em equipar a saída da válvula com um dispositivo que irá medir o número de bolhas que sairá da água logo depois da pressão estar estabilizada. Funciona para válvulas do tipo capuz, alavanca e castelo, todas fechadas. (MATHIAS, 2010).

2.8.2 Teste com água retida no flange de saída e ½” além da superfície de vedação do bocal

Consiste em medir a quantidade de bolhas eliminadas, não extrapolando 50% do permitido pela API Std. Utiliza-se espelho para a segurança do inspetor e este teste funciona para válvulas do tipo castelo aberto e flangeadas. (MATHIAS, 2010).

2.8.3 Teste com água na temperatura ambiente

Nesta modalidade, a pressão na entrada da válvula deve ser aumentada até alcançar a pressão de teste estipulada, não podendo haver nenhum vazamento pelo período de um minuto. (MATHIAS, 2010).

2.8.4 Teste com fundo negro na saída da tubulação de descarga

Consiste em colocar uma folha negra de papel vegetal na saída da tubulação, vedando-a. Com isso, saber-se-á se a válvula está funcionando corretamente se não der para enxergar, pelo fundo negro, qualquer vapor. (MATHIAS, 2010).

Adiante, estão definições fundamentais pertinentes ao bom entendimento de conceitos quando se trata da utilização de vapores, como vazão volumétrica, volume específico de um fluido, poder calorífico, geração e distribuição do vapor (bem como sua utilização), a função do retorno do condensado, os tipos de vapores, definição de densidade e de manômetro.

2.9 VAZÃO VOLUMÉTRICA

“É a taxa de um volume de fluido transportado por unidade de tempo.” (ACOSTA, 2012, p.2)

A seguir, apresenta-se a Equação 1, referente à vazão.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{m^3}{h} \text{ ou } Q = \frac{V}{A} = \frac{\text{litros}}{\text{segundos}} \quad (1)$$

2.10 VOLUME ESPECÍFICO

“Volume de um fluido qualquer por unidade de massa (m^3/Kg).” (SCHIOZER, 1990)

2.11 PODER CALORÍFICO

Segundo Neiva (2014, p.11) é a quantidade de energia que é liberada quando ocorre a combustão de um quilograma de um determinado combustível (Kcal/Kg, KJ/Kg).

2.12 GERAÇÃO DO VAPOR

Acontece, segundo Altafini (2002, p.3), por meio de trocadores de calor que produzem vapor de água sob pressões superiores a atmosférica utilizando a energia liberada de um combustível e um comburente (ar).

2.13 DISTRIBUIÇÃO DO VAPOR

A distribuição é, segundo Beux (2014, p.15), composta por tubulações em geral, sistema que permite a drenagem da rede, válvulas e acessórios de segurança e controle.

2.14 UTILIZAÇÃO DO VAPOR

O vapor, segundo Altafini (2002, p.4), é utilizado em aquecimento de equipamentos, turbo equipamentos ou turbo geradores de energia elétrica.

2.15 RETORNO DO CONDENSADO

Rede que realiza, segundo Leite e Militão (2008, p.32), o bombeamento, tratamento químico e descarga. Sistema de vapor que reevapora para voltar ao ciclo.

2.16 TIPOS DE VAPOR

Os vapores podem ser classificados das seguintes formas:

2.16.1 Vapor Saturado

Vapor que está, segundo Leite e Militão (2008, p.23), em equilíbrio e em contato com a parte líquida. É mais utilizado para processos de aquecimento por ter melhor aproveitamento térmico e menor custo de geração.

2.16.2 Vapor Superaquecido

Este vapor é, ainda segundo Leite e Militão (2008, p.23), encontrado em temperaturas acima da temperatura de saturação. Possui melhor utilização em movimentação de máquinas por ser isento de condensado.

2.17 DENSIDADE

Segundo Vinhal (2011, p. 18), densidade “é a massa ocupada por um determinado fluido por unidade de volume”. Logo, pode-se afirmar que a densidade é o contrário do volume específico e sua unidade de medida é kg/m^3 .

2.18 MANÔMETRO

De acordo com Ricardo (2014, p. 4, grifo do autor) “o **Manômetro** é um instrumento utilizado para medir a pressão de fluidos contidos em recipientes fechados.”.

Após todas as definições técnicas, funcionamento e respectivos dispositivos de segurança, visa-se dar continuidade às pesquisas sobre automação para a segurança em ambientes de caldeira.

3 METODOLOGIA

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 14), a metodologia equivale a estudar, entender e analisar os métodos acessíveis para a realização de pesquisas acadêmicas, bem como possibilita escolher a forma de coleta e processamento de informações a fim de encaminhar à solução de problemas e investigações.

Segundo Gil (2002, p. 54), estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”.

O ato de pesquisar significa "trabalho empreendido metodologicamente, quando surge um problema, para o qual se procura a solução adequada de natureza científica" (SALOMON, 2001, p. 152). Entende-se, então, que pesquisar leva-se a buscar respostas e soluções de um problema. De forma metodológica, busca-se o porquê do problema e o que levará à solução do mesmo.

Ainda segundo Gil (2002, p. 54), algumas das causas para a utilização de estudo de caso podem ser: “preservar o caráter unitário do objeto estudado; descrever a situação em que está sendo feita determinada investigação e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas (...)”.

Quanto ao estudo de caso desta monografia, utilizar-se-á a pesquisa tipo *Ex-Post Facto* que, conforme Gil (2002, p.49) expressa “‘a partir do fato passado’. Isso significa que neste tipo de pesquisa o estudo foi realizado após a ocorrência de variações na variável dependente no curso natural dos acontecimentos”. A metodologia para desenvolvimento do estudo está baseada na pesquisa bibliográfica, experimental e pesquisa em sites, normas e artigos acadêmicos, os quais contemplam o funcionamento das caldeiras, o comportamento dos líquidos quando à alta ou baixa pressão e as formas mais seguras de sua operacionalidade, garantindo tanto a segurança dos funcionários quanto do ambiente onde estas máquinas estão instaladas.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir, apresenta-se a sequência de desenvolvimento, realização e execução do protótipo de painel supervisor de segurança orçado neste estudo de caso:

3.2.1 Equipamentos que integram o painel supervisor de segurança

O protótipo consiste em um conjunto de equipamentos (controlador digital multi-malhas; controlador lógico programável; fontes de alimentação para controladores, sensores e transmissores; borneiras; módulo de comunicação; disjuntores; protetores de surto e de transientes; sistema de aterramento da carcaça; sistema de aterramento analógico; canaletas para fiação; fiação e terminações; sistema de ventilação e exaustão; iluminação) montados em um painel, o qual permitirá aferir, à distância, o nível do tubulão da caldeira, a vazão do vapor produzido e a vazão de água consumida.

3.2.2 Quanto ao vapor

Serão mensuradas as taxas de transmissão de vazão de vapor, a temperatura e a pressão do vapor.

3.2.3 Quanto à água

Serão mensurados o nível da água, a vazão, a temperatura e a pressão da mesma.

3.2.4 Funcionalidades

O painel também permite controlar: ventilação do superaquecedor; descarga de fundo; sopradores de fuligem; alarme e segurança e partida/parada dos motores da caldeira.

3.2.5 Utilização

O sistema de segurança será acionado caso haja uma das seguintes situações:

- Nível baixíssimo no tubulão superior ou
- Parada no ventilador de ar primário ou
- Parada no exaustor ou
- Parada de emergência (manual).

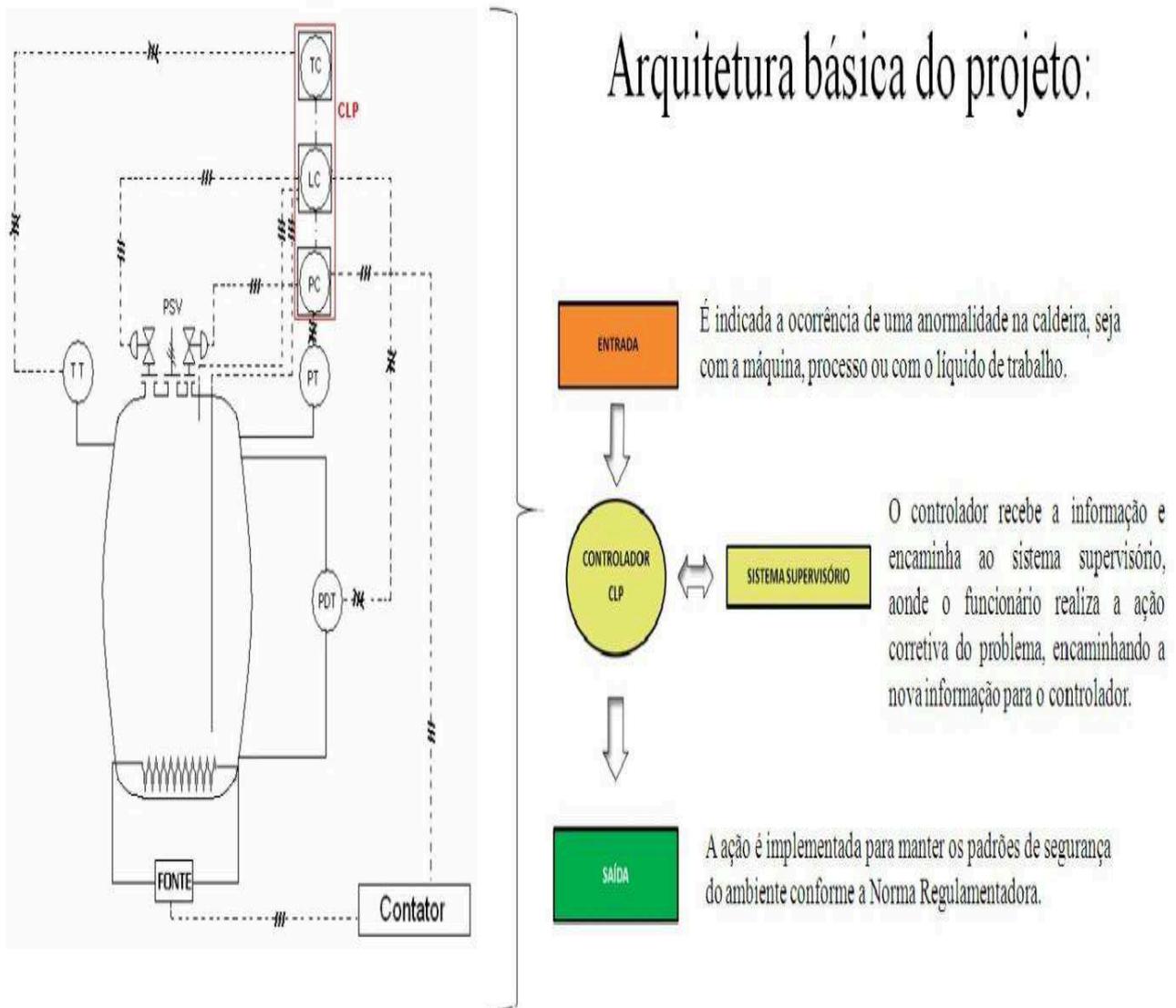
Há, ainda, a opção de ajuste *set-point* de nível baixíssimo da água no tubulão, que permite:

- Desligar os motores dos dosadores de combustível;
- Desligar o motor do ventilador forçado;
- Desligar o motor do ventilador induzido (exaustor).

Uma vez executada esta sequência, a caldeira será abafada, evitando danos operacionais e, principalmente, humanos.

A seguir, apresenta-se a arquitetura do projeto de automação da caldeira conforme Figura 4 (vide ítem “Lista de abreviaturas e siglas” para definição das siglas utilizadas).

Figura 4 - Representação esquemática do processo.



Fonte: SANTOS (2007, p. 4), adaptado pelos autores (2017).

Apresenta-se a simulação do funcionamento de uma caldeira em estados de solicitação realizada por meio do software de programação LabVIEW, na versão 2017, estudante, no próximo capítulo.

4 ESTUDO DE CASO

Neste estudo de caso, realizou-se o desenvolvimento do software que simula o Sistema Supervisório já apresentado no Capítulo 3, em Materiais e Métodos. Neste capítulo, aborda-se o seu funcionamento conforme a utilização da caldeira.

Os níveis de cada parâmetro foram definidos conforme segue:

4.1 NÍVEL DE VAPOR

Mínimo: 5×10^5 Pa;

Baixíssimo: 7×10^5 Pa;

Baixo: 10×10^5 Pa;

Alto: 20×10^5 Pa;

Altíssimo: 22×10^5 Pa;

Máximo: 25×10^5 Pa.

4.2 NÍVEL DE PRESSÃO

Mínimo: 200 kPa;

Baixíssimo: 250 kPa;

Baixo: 350 kPa;

Alto: 1600 kPa;

Altíssimo: 1750 kPa;

Máximo: 1960 kPa.

4.3 NÍVEL DE VAZÃO

Mínimo: $15 \text{ m}^3/\text{s}$;

Baixíssimo: $18 \text{ m}^3/\text{s}$;

Baixo: $20 \text{ m}^3/\text{s}$;

Alto: $25 \text{ m}^3/\text{s}$;

Altíssimo: $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.4 NÍVEL DE ÁGUA

Mínimo: 27 m³/h;

Baixíssimo: 28 m³/h;

Baixo: 30 m³/h;

Alto: 38 m³/h;

Máximo: 42 m³/h.

4.5 TEMPERATURA

Mínimo: 200 °C;

Baixíssimo: 210 °C;

Baixo: 220 °C;

Alto: 290 °C;

Altíssimo: 300 °C;

Máximo: 350 °C.

Os parâmetros adotados, segundo pesquisa exploratória, considerados como “normais” para o bom funcionamento da caldeira foram:

Nível de Vapor = 5×10^5 Pa;

Nível de Pressão = 800 kPa;

Nível de Vazão = 22 m³/s;

Nível d'água do tubulão = 35 m³/h;

Temperatura = 280 °C.

Adiante, apresentam-se os “*PrintScreens*” da tela, mostrando o funcionamento do Sistema conforme a variação dos parâmetros supracitados.

Observa-se, na Figura 5, o Sistema Supervisório antes de seu funcionamento.

Figura 5 – Sistema Supervisório desligado.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

A seguir, na Figura 6, o Sistema Supervisório em “Operação Normal”.

Figura 6 – Sistema Supervisório ligado.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

Observa-se, na Figura 7, o Sistema Supervisório com o primeiro parâmetro (Nível de Vapor) alterado.

Figura 7 – Sistema Supervisório com Nível de Vapor “alto”.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

A seguir, na Figura 8, o Sistema Supervisório com o segundo parâmetro (Nível de Pressão) alterado.

Figura 8 – Sistema Supervisório com Nível de Pressão “baixo”.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

Observa-se, agora, na Figura 9, o Sistema Supervisório com o terceiro parâmetro (Nível de Vazão) alterado.

Figura 9 – Sistema Supervisório com Nível de Vazão a "alto".



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

A seguir, na Figura 10, o Sistema Supervisório com o quarto parâmetro (Nível de Água) alterado.

Figura 10 – Sistema Supervisório com Nível de Água "baixo".



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

Observa-se, na Figura 11, o Sistema Supervisório com o quinto parâmetro (Nível de Temperatura) alterado.

Figura 11 – Sistema Supervisório com Nível de Temperatura “extremamente alto”.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

A seguir, na Figura 12, o Sistema Supervisório com o botão “Emergência” acionado manualmente, simulando a parada que o profissional habilitado realizou de imediato.

Figura 12 – Sistema Supervisório com o botão “Emergência” acionado.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

Observa-se, na Figura 13, o Sistema Supervisório com o botão “Emergência” acionado manualmente, com os níveis de vazão e pressão zerados, a fim de assegurar a integridade da máquina e dos funcionários.

Figura 13 – Sistema Supervisório com níveis de vazão e pressão “zerados”.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

Por fim, na Figura 14, o Sistema Supervisório com o botão “Emergência” desligado, mostrando que o processo se estabilizou.

Figura 14 – Sistema Supervisório “estabilizado” novamente.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa realizado por Maxwell Peretta (2017) exibe dois estados principais e um terceiro como transição entre os dois previamente ditos.

O primeiro estado, que é atingido logo ao rodar o programa é de "Operação Normal", onde todos os controles e indicadores estão funcionais.

O segundo estado é "Emergência", que pode ser atingido tanto por clicar no botão de emergência da interface, quanto por algum parâmetro que tenha alcançado seu valor limite (seja ele inferior, ou superior). Neste estado, os controles perdem funcionalidade, ou seja, simula-se um "controle automático", onde a pressão e vazão são zeradas e os demais parâmetros vão para um valor intermediário seguro. Para sair deste estado, deve-se desapertar o botão de emergência (caso tenha sido este o "causador") e pressionar o botão de Reset.

Então, entra-se no terceiro estado, ou estado intermediário, onde os valores são reiniciados para os valores iniciais. Neste estado os controles todos perdem funcionalidade e até que os indicadores parem de se movimentar, deve-se aguardar. Ao terminar o reinício, volta-se para o estado "Operação Normal", indicado por "limpar" o texto que estiver no indicador de Mensagem/Alarme.

Sobre o estado "Operação Normal": Como nos demais estados os controles perdem funcionalidade, não há ações possíveis ao usuário, porém, no estado normal, simula-se o "controle manual", onde se pode simular um valor pretendido em um parâmetro desejado no canto esquerdo da tela, seja digitando o valor, ou incrementando pela seta. Porém, para que este valor seja "enviado", deve-se clicar no botão "Simular ON/ON" referente ao parâmetro que se deseja simular. Então, o indicador referente irá iniciar o movimento até que o valor digitado seja alcançado, seja incrementando ou decrementando-o de seu estado atual. Caso se deseje parar de simular um valor, basta clicar no mesmo botão, que este voltará ao seu estado inicial, e então, os valores digitados não interferem mais nos indicadores.

Se alguma situação perigosa for atingida, uma mensagem será exibida ao usuário indicando qual é o problema e o que pode ser feito para solucioná-lo. Se a situação for extrema, o programa vai para o estado de emergência.

As possíveis soluções são, de maneira genérica, abrir ou fechar uma válvula reguladora, aumentando ou diminuindo algum parâmetro. Isso pode ser feito através

de um botão "+" ou "-" em frente ao parâmetro pretendido. Caso seja preciso parar o acréscimo ou decréscimo de tal, basta clicar no mesmo botão, que este voltará ao seu estado inicial. Ressalta-se que, para estes botões tenham funcionalidade, o botão de simulação deve estar desligado, e o botão oposto também (no caso do "+", o "-" deve estar desligado, e vice-versa).

Sobre as mensagens: são exibidas em um mesmo indicador, e portanto, têm uma prioridade, isto é, uma hierarquia para que um texto seja mais relevante que o outro. Neste caso a prioridade estabelecida foi: Pressão, Temperatura, Vazão, nível de Vapor e nível de Água.

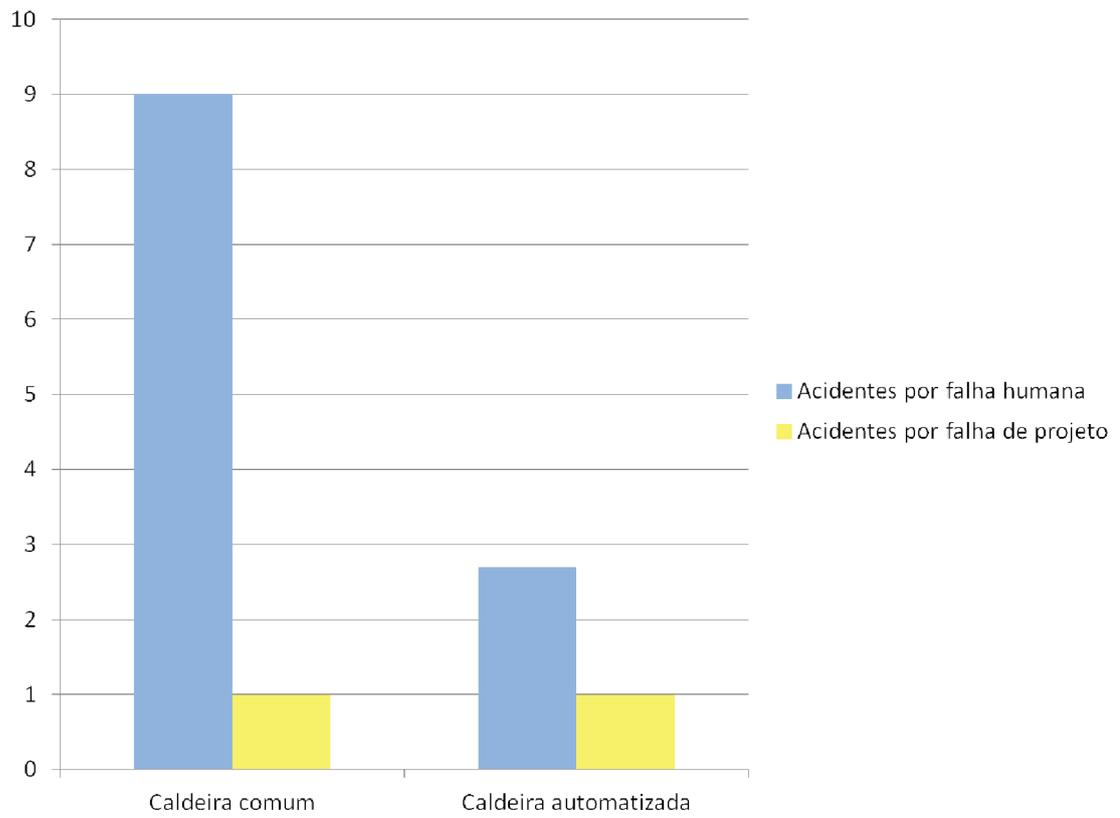
O botão de Stop pára o programa. Se for pressionado o botão de rodar novamente, o programa irá para o estado "Operação Normal" com os parâmetros-padrão.

Com a automação da segurança em caldeiras visa-se diminuir os acidentes com estas máquinas, utilizando-se mais da tecnologia para proteger funcionários, empresa e a própria caldeira. Dados levantados pela *National Board Bulletin* garantem que 90% dos acidentes em ambientes de caldeiras são causados, exclusivamente, por falha humana (CNTQ, 2013), enquanto os 10% restantes são por falhas de projetos.

Objetiva-se, portanto, reduzir este percentual de falha humana em cerca de 70% automatizando-se o processo.

A seguir observa-se, na Figura 15, o gráfico indicativo de viabilidade, considerando amostragem de 10 acidentes.

Figura 15 - Gráfico comparativo de viabilidade da automação de caldeiras.



Fonte: Figura elaborada pelos autores (2017).

6 CONCLUSÃO

Embora automatizar qualquer processo industrial costume resultar em elevados custos iniciais, neste caso específico, o próprio processo consegue amortizar estes valores, conforme o uso e a diminuição de percentual de riscos aos funcionários (visto que, quando um acidente envolvendo caldeiras acontece, vários colaboradores podem ser lesionados, gerando processos judiciais quanto à segurança do trabalho, multas processuais e encargos trabalhistas), o que torna satisfatória a relação custo x benefício.

O investimento médio para este tipo de tecnologia em segurança envolvendo a instalação e desenvolvimento de software é de aproximadamente R\$140.000,00 (vide ANEXO A – E-mail orçamentário do painel automatizado para caldeira), o que pode se considerar, diluindo-o em 12 meses, como um investimento à preservação de vidas humanas e também à preservação da vida útil da máquina. Por outro lado, um processo judicial envolvendo acidente com caldeira, onde a família da vítima pediu indenização à empresa, e ganhou, como mostra o jornal DIA (2013), custou mais de R\$1.000.000,00 para a empresa por apenas um funcionário. Caso houvesse mais vítimas, este valor seria ainda maior, podendo levar até ao encerramento das atividades da mesma.

Há, ainda, segundo Segurança do Trabalho NWN (2013, p.7), a ficha de anamnese (também conhecida como *check list*) para a verificação dos padrões da caldeira analisada, complementando a confiabilidade da automação da caldeira [vide ANEXO B - *Check list* para supervisão de Caldeiras (adaptado pelos autores)] e garantindo o correto seguimento da Norma Regulamentadora 13.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Dossiê técnico**. 2015. Disponível em:

<<http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/2e635b610ba9696599fc52d9e63cac46.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

ACOSTA, Simone Massulini. **Conceitos básicos de vazão**: Instrumentação industrial. Pato Branco:UTFPR, 2012.174 p.

ALTAFINI, Carlos Roberto. **Apostila sobre caldeiras**: Disciplina de Máquinas Térmicas. Petrópolis: Universidade Caxias do Sul, 2002.36 p. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/caldeiras-apostila.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

BEUX, Giovana. **Avaliação das condições de segurança na operação de caldeiras a vapor**: Monografia de Especialização. Pato Branco: 2014.60 p.

CNTQ. **Operador de caldeiras**. 2013. Disponível em:

< <http://cntq2.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2013/05/caldeiras.pdf> >. Acesso em: 25 jul. 2017.

DIA, O. **Empresa pagará R\$ 1 milhão a família de trabalhador morto em caldeira**. 2013.

Disponível em: < <http://odia.ig.com.br/portal/brasil/empresa-pagar%C3%A1-r-1-milh%C3%A3o-a-fam%C3%ADlia-de-trabalhador-morto-em-caldeira-1.579324>> . Acesso em 25 agosto 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GUIA TRABALHISTA. **NR 13 - Norma Regulamentadora 13**. 2014. Disponível em:

<<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr13.htm>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

INSPCAL INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS. **Inspcal - inspeção de caldeiras e vasos de pressão**. 2016. Disponível em:

<<http://inspcal.blogspot.com.br/2016/05/caldeira-aquatubular.html>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS: ESTUDO DE CASOS. **A origem da inspeção.** Disponível em: <<http://inspecaoequipto.blogspot.com.br/p/a-origem-da-inspecao.html>>. Acesso em: 16 abr. 2017.

INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS. **Máquina a vapor.** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/vapor.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2017.
JÚNIOR, Luiz Carlos Martinelli. **Geradores de vapor - definições - tipos.** 2013. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/lcmartinelli1/gv-02-caldeiras-definies-tipos> >. Acesso em: 01 mai. 2017.

LEITE, Nilson Ribeiro; MILITÃO, Renato De Abreu. **Tipos e aplicações de caldeiras.** Apostila. São Paulo: Escola Politécnica - Depto. Engenharia Mecânica, 2008.112 p.

MAMMINI, Edmar. **Máquina a vapor: pequeno histórico.** Disponível em: <http://ferrimodel.tripod.com/hist_maq_vap_.htm>. Acesso em: 15 abr. 2017.

MATHIAS, Artur Cardozo. **Apostila válvulas de segurança e alívio.** 2010. Disponível em: <http://www.fluidcontrols.com.br/site/upload/pdf/apostila_valvulas_de_seguranca_e_alivio.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2017.

NASCIMENTO, Walmir Ferreira do. **Curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho: M1D4 - Prevenção e controle de riscos em máquinas, equipamentos e instalações I.** [S.L.]: Pitágoras Pós-Graduação, 2011. 43 p.

NASER, Safia. **Caldeiras Industriais.** 2012, 36p. Disponível em: https://pt.slideshare.net/Love_Pharmacy/caldeiras-industriais-11837358. Acesso em: 11 outubro 2017.

NEIVA, Augusto. **PQI-2110, PQI-3101 e PQI-3110.** São Paulo: 2014. 63 p.

PROF. SIMEI. **NR - 13.** Disponível em: <https://lcsimeifiles.wordpress.com/2012/09/equipamentos-estc3a1ticos-e-dinc3a2micos_prof-simeifiles_9-ii.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho em acadêmico.** 2 ed. Novo Hamburgo - RS: Universidade FEEVALE, 2013. 276 p.

RICARDO, Elton. **Medidores de pressão**. 2014. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/eltonricardo/manmetros>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

SAAD, Flávia. **Como se faz um teste hidrostático**. 2012. Disponível em: <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/6378-como-se-faz-um-teste-hidrostatico/>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

SALOMON, Delcio. **METODOLOGIA DE PESQUISA. O que é pesquisa? Para que?**. 2001. Disponível em: <<http://metodologiadapesquisa.blogspot.com.br/2008/06/pesquisa-para-que.html>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

SANTOS, Gustavo De Oliveira De Souza. **Estudo e projeto do sistema de automação de uma caldeira com supervisão remota via web**. Edição. São Carlos: [sn],2007.42 p.

SCHIOZER, Dayr. **Mecânica dos Fluidos**, Ed. Araguaia, 1990. São Paulo.

SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **NR-13 caldeiras, vasos de pressão e tubulações**. 2014. 22p. Disponível em: <http://www.sesp.mt.gov.br/userfiles/file/nr%2013%20-%20caldeiras,%20vasos%20de%20presso%20e%20tubulaes%20-%2018_04_2014.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2017.

SEGURANÇA E TRABALHO ONLINE. **Dispositivos de controle e segurança**. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/caldeiras-dispositivos.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

SEGURANÇA DO TRABALHO NWN. **Lista de verificação caldeiras e vasos de pressão NR 13**. Disponível em: < <http://segurancadotrabalhonwn.com/check-list-caldeiras-e-vasos-de-pressao-nr-13/> >. Acesso em: 21 out. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Geradores de vapor**. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/at101-aula-03.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

VINHAL, Welton Pedro. **Curso de prevenção e controle de riscos: caldeiras e vasos de pressão**. 2011. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=forums&srcid=mdcxmjcwmtc4mji3otk3mdqwnzcbmtizodc3ndy3nduzoti0nta3nzcboux6mfu1dvnhsfkkataumqebdji>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

WAGNER, Felipe. **Teste Hidrostático- RW engenharia, empresa líder em teste hidrostático**. Disponível em: <<http://www.rwengenharia.eng.br/teste-hidrostatico/>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

ANEXO A – E-mail orçamentário do painel automatizado para caldeira

Contato: Orçamento de Aparelho para Controle de Caldeiras CLDRS-RT-1000 - Lucas Magalhães Nascimento



Lucas Magalhães

sáb 25/07, 16:49

Muito obrigado pela atenção e prestatividade! O senhor nos ajudou muito com os dados.

Atenciosamente,

Lucas Magalhães.



sáb 26/07, 10:53

Você

O remetente da mensagem solicitou uma confirmação de leitura. Para enviar uma confirmação, [clique aqui](#).

Bom dia Lucas,

Conforme solicitado:

O valor médio do conjunto de Painéis para o controle de uma Caldeira *completos é R\$140.000,00

(*) Esse valor contempla o valor dos armários, bornes, disjuntores, cabos, miscelâneas, PLC e cartões Siemens e montagem em fabrica dos mesmos.

Atenciosamente

De: Lucas Magalhães Nascimento

Enviada em: quinta-feira, 27 de julho de 2017 14:21

Para:

Assunto: Contato: Orçamento de Aparelho para Controle de Caldeiras CLDRS-RT-1000 - Lucas Magalhães Nascimento

Nome: Lucas Magalhães Nascimento

Empresa:

Email:

Cidade - UF: Taubaté - SP

Telefone: ()

Celular:

Mensagem: Boa tarde! Sou Lucas Magalhães, graduando do 10º período de Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté, e estou desenvolvendo a Monografia com o tema Automação de Caldeiras. Pesquisando neste site, encontrei várias informações interessantes e gostaria de saber o valor para um painel automático para caldeira, objetivando listar como uma vantagem no resultado da Monografia. Vocês poderiam informar o valor do sistema para fins acadêmicos?

Grato desde já,

Atenciosamente,

Lucas Magalhães

ANEXO B – Check list para supervisão de Caldeiras (adaptado pelos autores)

DADOS DA INSPEÇÃO			
Local:		Data:	
Inspetor(es):		Acompanhantes:	
Responsável pelo local:		Ramal:	
Referências técnicas (Além desta NR):		Nº de funcionários por turno:	
DESCRIÇÃO	SIM	NÃO	COMENTÁRIOS
01) Existe “Profissional Habilitado” para inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão?			
02) A caldeira possui válvula de segurança?			
03) A caldeira possui instrumento que indique a pressão do vapor acumulado?			
04) A caldeira possui sistema de indicação para controle do nível de água ou outro sistema que evite o superaquecimento por alimentação deficiente?			
05) A caldeira possui afixada em seu corpo, em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação indelével com o nome do fabricante, do número de ordem dado pelo fabricante, a indicação do ano de fabricação, a indicação da pressão máxima de trabalho admissível, a indicação da pressão de teste hidrostático, a indicação da capacidade de produção de vapor, a indicação da área de superfície de aquecimento e a indicação da capacidade de produção de vapor código de projeto e ano de adição?			
06) Possui , em local visível, a categoria da caldeira e seu número ou código de identificação?			
07) A caldeira possui no estabelecimento, devidamente atualizada, documentação referente a “Prontuário da Caldeira”?			
08) O “Registro de Segurança” é constituído de livro próprio, com páginas numeradas, ou outro sistema equivalente onde são registrada as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança da caldeira?			
09) A documentação está sempre á disposição para consulta dos operadores, do pessoal de manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na CIPA?			

10) As caldeiras são instaladas em local específico para tal fim, denominado “Área de Caldeiras”?			
11) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, está afastada de no mínimo 03 (três) metros de outras instalações do estabelecimento?			
12) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, está afastada de no mínimo 03 (três) metros de depósitos de combustíveis, executando-se reservatórios para partida com até 2000 litros de capacidade?			
13) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, está afastada de no mínimo 03 (três) metros do limite de propriedade de terceiros?			
14) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, está afastada de no mínimo 03 (três) metros do limite com as vias públicas?			
15) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, dispõe de pelo menos 2 saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas?			
16) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, dispõe de acesso fácil e seguro, necessário á operação e a manutenção da caldeira, sendo que para guarda corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas?			
17) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, tem sistemas de captação e lançamento dos gases e material particulado provenientes da combustão, para fora da área de operação, atendendo ás normas ambientais vigentes?			
18) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, dispõe de iluminação conforme normas oficiais vigentes?			
19) Quando a caldeira for instalada em ambiente aberto, possui sistema de iluminação de emergência para operar à noite?			
20) As caldeiras possuem painel de instrumentos instalados em sala de controle?			
21) A caldeira possui “Manual de Operação”			

atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, contendo procedimento de partidas e paradas?			
22) A caldeira possui “Manual de Operação” atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, aos operadores, contendo procedimentos e parâmetros operacionais de rotina?			
23) A caldeira possui “Manual de Operação” atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, contendo procedimento para situação de emergência?			
24) A caldeira possui “Manual de Operação” atualizado, em língua portuguesa, em local de fácil acesso aos operadores, contendo procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente?			
25) Os instrumentos e controles de caldeira são mantidos calibrados e em boas condições operacionais, constituindo condição de risco grave e iminente o emprego de artifícios que neutralizem sistemas de controle e segurança de caldeira.?			
26) A qualidade da água é controlada?			
27) A caldeira a vapor está sob operação e controle de operador de caldeira?			
28) É atendido o pré- requisito mínimo para participação, como aluno, no “Treinamento de Segurança na Operação de Caldeira” (atestado de conclusão do 1º grau)?			
29) O Treinamento de Segurança na Operação de Caldeira” é supervisionado tecnicamente por “Profissional Habilitado”?			
30) O operador de caldeira cumpre estágio prático, supervisionado, na operação da própria caldeira que irá operar, com duração mínima de 80 horas?			
31) A reciclagem de operadores é realizada permanentemente?			
32) Os reparos ou alterações em caldeiras são realizados respeitando o respectivo código do projeto de construção e as prescrições do fabricante no que se refere a materiais, procedimentos de execução, procedimentos de controle de qualidade e qualificação e certificado de pessoal?			
33) Os “Projetos de Alteração ou Reparo” são concebidos previamente?			
34) Os “Projetos de Alteração ou Reparo”			

são concebidos sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança?			
35) Os “Projetos de Alteração ou Reparo” são concebidos ou aprovado por “Profissional Habilitado”?			
36) Os sistemas de controle e segurança da caldeira são submetidos a manutenção preditiva?			
37) As caldeiras são submetidas a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária?			
38) A inspeção de segurança inicial é feita em caldeiras novas, antes da entrada em funcionamento, no local de operação, compreendendo exame interno e externo, teste hidrostático e de acumulação?			
39) Na inspeção de segurança periódica, constituída por exame interno e externo, é executada no prazo máximo de 12 meses?			
40) As válvulas de segurança são inspecionadas periodicamente desmontando, inspecionando e testando, em bancada, as válvulas flangeadas e, no campo, as válvulas soldadas, recalibrando-as numa frequência compatível com a experiência operacional da mesma?			
41) As válvulas de segurança são submetidas a testes de acumulação, na inspeção inicial da caldeira?			
42) As válvulas de segurança são submetidas a testes de acumulação, quando forem modificadas ou tiverem sofrido reformas significativas?			
43) As válvulas de segurança instaladas em caldeiras são submetidas a testes de acumulação, quando houver modificação nos parâmetros operacionais da caldeira ou variação na PMTA?			
44) As válvulas de segurança são submetidas a testes de acumulação, quando houver modificação na sua tubulação de admissão ou descarga?			
45) A inspeção de segurança extraordinária é feita sempre que a caldeira for danificada por acidente ou outra ocorrência capaz de comprometer sua segurança?			
46) A inspeção de segurança extraordinária é feita sempre quando a caldeira for submetida a alteração ou reparo importante			

capaz de alterar suas condições de segurança?			
47) A inspeção de segurança extraordinária é feita sempre antes da caldeira ser colocada em funcionamento, quando permanecer inativa por mais de 6 meses?			
48) A inspeção de segurança extraordinária é feita sempre quando houver mudança de local de instalação da caldeira?			
49) A inspeção de segurança é realizada por "Profissional Habilitado"?			
50) Inspeccionada a caldeira, é emitido "Relatório de Inspeção" - RI?			
51) Sempre que os resultados da inspeção determinarem alterações dos dados de placa de identificação, a mesma é atualizada?			
52) O sistema de arquivamento de dados em meio eletrônico e papel é operacional e permite a rápida rastreabilidade?			