

ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSBORDO DO TANQUE DE ALIMENTAÇÃO DE CALDEIRA AQUATUBULAR

Monique Polastrini Alves¹; Cleiton Silvano Goulart², Felipe Santos Moreira³

^{1,2,3} Faculdade de Talentos Humanos - FACTHUS, Uberaba (MG), Brasil

²Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF, Rio de Janeiro (RJ), Brasil

³Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia (MG), Brasil

monique_polastra@hotmail.com, cleiton.goulart@facthus.edu.br, felipe.moreira@facthus.edu.br

RESUMO: No tanque de alimentação de água de uma caldeira aquatubular de uma empresa de laticínios, situada no Triângulo Mineiro, tinha-se o problema recorrente do alívio de pressão deste tanque em uma área de circulação de pessoas e veículos. Mediante estudos que foram realizados, foram tomadas duas ações: instalação de tubulação para direcionar o alívio da pressão para um local seguro, e a instalação de sistema de monitoramento do nível do tanque de alimentação da caldeira. Com estas medidas foi possível monitorar o nível deste reservatório, e mesmo nas ocasiões em que ocorria o transbordo de vapor condensado pelo alívio da pressão, o risco de acidente foi reduzido através do direcionamento deste transbordo para um local seguro.

PALAVRAS CHAVE: Acidente de trabalho; Caldeiras; Tubulação; Vapor.

ADEQUACY OF THE TRANSSHIPMENT SYSTEM OF THE AQUATUBULAR BOILER FEED TANK

ABSTRACT: In the water supply tank of an aquatubular boiler of a dairy company, located in the Triangulo Mineiro, there was the recurrent problem of the pressure relief of this tank in an area of people and vehicles circulation. Through studies that were carried out, two actions were taken: piping installation to direct pressure relief to a safe location, and the installation of a boiler feed tank level monitoring system. With these measures, it was possible to monitor the level of this reservoir, and even on occasions when condensed steam overflowed by pressure relief, the risk of accident was reduced by directing this transshipment to a safe location.

KEYWORDS: work accident; boiler; pipe; stem.

INTRODUÇÃO

Grandes indústrias devem ser geridas com muita responsabilidade, principalmente, com relação aos riscos de acidente de trabalho. Não basta apenas seguir as Normas Reguladoras de Segurança do Trabalho - NR, mas compreender onde estão os possíveis problemas que poderão afetar a saúde ocupacional dos colaboradores.

As NRs são relativas à segurança e saúde ocupacional regulamentadas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978 e são obrigatórias para todas as empresas brasileiras regidas pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

O acidente de trabalho tem sido um problema no Brasil, não só para as empresas como também para o sistema previdenciário. Portanto, representa um importante problema social econômico e de saúde pública (ALMEIDA; BARBOSA-BRANCO, 2011).

Por este motivo as empresas devem agir conforme as NRs, para que os acidentes de trabalho possam ser prevenidos e evitados. Realidade esta que vem sendo observada em muitas indústrias alimentícias, como a empresa que foi objeto deste estudo.

Dentre as várias NRs, este estudo ateu-se a apresentação da NR 13, que dispõe sobre as normas referentes às Caldeiras, vasos de pressão e tubulações (Portaria n. 594, de 28 de abril de 2014).

A NR 13 estabelece requisitos mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão e suas tubulações de interligação nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores (BEUX, 2014).

As caldeiras a vapor despertam atenção para as condições de funcionamento, pois estes equipamentos trabalham com altas temperaturas e altas pressões. Estas grandezas podem trazer a ocorrência de muitos riscos de acidentes de trabalho, sendo a maioria de grandes proporções (OLIVEIRA et al., 2011).

A caldeira se trata de um equipamento resistente, geralmente, de alto custo, que tem como principal função aquecer a água líquida, transformando-a em vapor a partir de uma troca térmica entre um combustível e a água (BEUX, 2014).

Na indústria de alimentos, mesmo estando à caldeira de acordo com a NR-13, ocorria uma descarga de vapor do tanque de alimentação da caldeira. O alívio da pressão do tanque, ocorria de forma descontrolada e a tubulação de escape do vapor era direcionada para uma região de grande fluxo de pessoas, veículos e máquinas. Através de um processo de melhoria contínua, foi proposto modificações de forma a reduzir os riscos de acidentes nos entornos da caldeira.

Diante deste cenário, foram tomadas duas ações: a instalação de uma tubulação em queda livre para direcionar o escape para um local em que o risco de acidade era menor; e a instalação de um sistema de controle do nível do tanque, para reduzir a incidência de transbordo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma empresa do ramo alimentício (produção de derivados de leite, sendo maior força produtiva a mussarela), localizada no Triângulo Mineiro, MG. Nesta empresa, é prática rotineira a Inspeção da NR-13, por um profissional competente, contratado para a averiguação das conformidades e não conformidades relativas às caldeiras.

O inspetor ao fazer vistoria da caldeira localizada na empresa percebeu o risco eminente de acidente de trabalho e informou ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT solicitando que o mesmo fosse resolvido o mais breve possível, pois devido a uma falha no sistema do nível do tanque o excesso de condensado transbordava e o único local de escape para sair era o alívio da pressão. Como o escape era realizado em ambiente externo, conforme a Figura 5-A havia elevado risco de acidente ocupacional (queimaduras, por exemplo). A ação foi, portanto, de caráter preventivo, para não ocorrência de acidentes.

Nesta empresa existe uma norma interna na qual após detectado zonas de risco deve-se realizar um plano de ação e sanar este risco.

A técnica utilizada para a realização do estudo de caso foi à pesquisa dos resultados das operações dos setores de manutenção e projetos juntamente com o SESMT. No final do trabalho executado foram aprovadas duas melhorias:

- Adequação do sistema de controle de nível;
- Construção de uma tubulação externa para o direcionamento do vapor para um local seguro.

Para o sistema de controle de nível implantado, os materiais necessários foram:

- 5 hastes de eletrodo de nível de água para caldeira ϕ 6 mm x 400 mm , rosca $\frac{1}{2}$ " BSP em latão (Figura 1).
- 1 Relê controlador de nível BS16 - *Sitron*
- 30 metros de cabo flexível 4x1 mm² *poliron* (blindado) – *Prysmian*.

Os materiais necessários para a tubulação de direcionamento do transbordo para local seguro são:

- 2 curvas A/C ϕ 3" - 90° ASTM A234 SCH 40, ANSI B16-9, sem costura, forjada, ponta biselada p/solda (Figura 2-A)
- 8 metros, de tubo A/C ϕ 3" - ASTM A53 SCH 40, GR B, sem costura, ponta biselada para solda (Figura 2-B).

Figura 1: Sensor de Nível



Fonte: Os autores (2017).

Figura 2: Materiais da Tubulação



A) Curva A/C



B) Tubos A/C

Fonte: Os autores (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adequação apresentada visa o controle do nível do tanque de condensado para alimentação de uma caldeira aquatubular, buscando a eliminação de transbordo do mesmo.

Na Figura 3 pode-se observar o tanque na parte superior direita.

Figura 3: Tanque de alimentação da caldeira

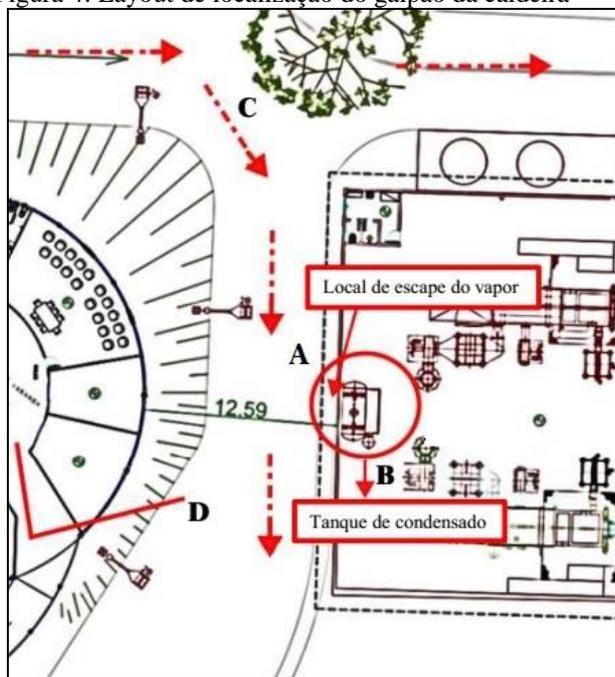


Fonte: Os autores (2017)

As primeiras investigações partiram de uma inspeção de adequação da caldeira quanto aos requisitos da NR 13, tendo a confirmação do SESMT da empresa que reconheceram a necessidade de implantar uma tubulação externa (sistema de alívio de pressão) no escape de vapor do tanque de alimentação de uma caldeira aquatubular, reconhecendo também o perigo evidente de acidente de trabalho devido à localização do escape de vapor ser em local de movimento contínuo.

Na Figura 4 tem-se o layout da localização do galpão da caldeira, podendo-se identificar: A) o local de escape do vapor; B) a localização do tanque de condensado; C) área externa onde transitam os caminhões de carga da empresa e os colaboradores para acesso interno aos escritórios de engenharia e processos; e D) referente ao ambiente de entretenimento dos colaboradores, este local tem de distância 12,59 (metros) do galpão.

Figura 4: Layout de localização do galpão da caldeira



Fonte: Os autores (2017)

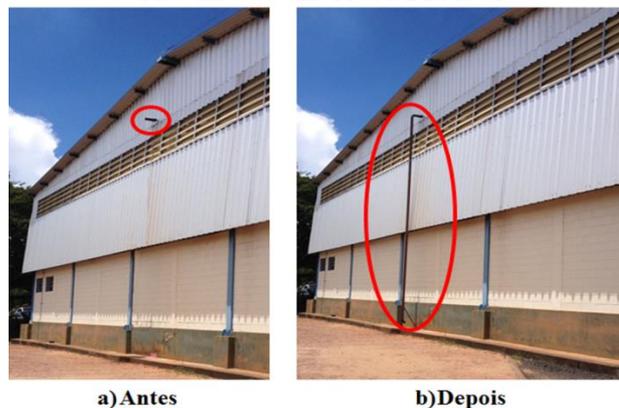
Na Figura 5 temos o ponto de escape do vapor (transbordo) antes (a) e o depois (b) da instalação da tubulação direcionadora do vapor. O transbordo agora ocorre diretamente sobre canaleta de escoamento de água pluvial.

Como a tubulação será utilizada apenas para transbordo, não houve cálculo da tubulação externa, pois foi feito apenas uma sequência contínua (em queda livre) dando continuidade à estrutura já existente no local (alívio de pressão). Havendo assim, apenas o direcionamento da vazão do alívio de pressão do tanque, não mais gerando ou ocasionando o descarte descontrolado na região de grande fluxo de pessoas, veículos e máquinas.

Para o controle do nível do tanque de alimentação, foi escolhido o sensor de nível do tipo eletrodo, para medir

quatro níveis. Neste dispositivo o controle é feito aproveitando a condutividade elétrica da água.

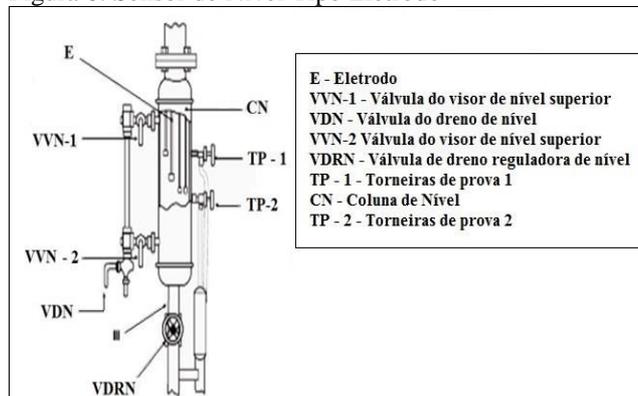
Figura 5: Sistema de alívio de Pressão: antes/depois
Sistema de alívio de Pressão



Fonte: Os autores (2017).

Na Figura 6 está ilustrado o sensor de nível utilizado e a partir desta figura é possível observar cada uma de suas partes. Os eletrodos que foram instalados estão ligados a um relê, que através de contatos elétricos comandam a bomba de alimentação de água, conforme consta no Anexo A.

Figura 6: Sensor de Nível Tipo Eletrodo



Fonte: Adaptado da Apostila sobre curso para operador de caldeira adquirido internamente (2017).

Na hipótese de haver algum problema inesperado, causando transbordo do condensado, a adequação da tubulação externa seria uma medida de segurança para que não houvesse acidentes de trabalho.

A adequação da tubulação externa foi realizada por uma empresa terceirizada, portanto, foi contabilizado o valor dos materiais, mais a mão de obra, além de um maquinário para a elevação dos tubos.

No caso da adequação da tubulação externa, esta foi realizada, por uma medida a mais de segurança, pois os eletrodos eram suficientes para resolver o problema de transbordo do condensado. No entanto, na hipótese de haver algum problema inesperado, causando transbordo do condensado, a tubulação seria o reforço para que não houvesse acidentes de trabalho.

Na Tabela 1 tem-se a relação de todos os materiais que foram empregados nas duas adequações: na tubulação externa, observam-se os materiais gastos (curvas, tubos, caminhão munck para hasteamento da tubulação) e a mão-de-obra (soldador, supervisor e encanador) necessária para operar as devidas modificações e os custos com o sistema de controle de nível, que destacam somente os materiais utilizados, sendo a mão-de-obra do electricista (serviço de montagem) também, descrita.

Tabela 1: Apreciação de custos das adequações

APRECIAÇÃO DE CUSTOS		
ADEQUAÇÃO	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL
TUBULAÇÃO EXTERNA	CURVA A/C 3"	R\$ 33,20
	TUBO A/C 3"	R\$ 494,08
	SERVIÇO DE MUNCK	R\$ 315,00
	SERVIÇO DE MONTAGEM	R\$ 489,11
SISTEMA DE CONTROLE DE NÍVEL	ELETRODO DE NÍVEL	R\$ 1.075,00
	RELE DE NÍVEL	R\$ 142,90
	CABO	R\$ 147,00
	SERVIÇO DE MONTAGEM	R\$ 363,69
TOTAL GERAL		R\$ 3.059,98

Fonte: Os autores (2017) conforme departamento financeiro da empresa.

Um dos resultados encontrados foi a não reincidência de transbordo de condensado pelo escape de pressão do tanque de alimentação após a implantação do sistema de controle de nível. Mesmo com eventuais escapes, com o alongamento da tubulação para um local seguro, tem-se a redução do risco de acidentes causados pelo vapor e/ou condensado.

Outro resultado expressivo foi com relação à saúde ocupacional. O risco de queimaduras era muito alto e com isso, iriam trazer problemas para a gestão da empresa, de diversas naturezas, entre elas econômicas e jurídicas. Um acidente (queimadura, por exemplo) acarreta afastamento para recuperação, o que geraria custos para o tratamento do mesmo e sobrecarga de trabalho para os outros colaboradores que deveriam suprir as tarefas destinadas à pessoa que se acidentou.

CONCLUSÃO

Com a implementação do novo sistema de controle de nível do tanque de alimentação de água da caldeira, foi possível reduzir de forma considerável o risco de acidentes causados pelo escape de vapor, atendendo também as normas da empresa sobre a manutenção preventiva, onde detectar e eliminar os possíveis indícios de acidentes são considerados como metas internas.

Diante da possibilidade de o sistema de controle de nível falhar, ou seja, a tubulação externa foi realizada com o objetivo de direcionar o vapor. Portanto, o risco de acidente de trabalho foi sanado de forma definitiva, pois a tubulação o direciona para um local seguro.

Para trabalhos futuros na empresa, referente a caldeira, sugere-se a possibilidade de avaliar um melhor

direcionamento da linha de escape, e um possível reaproveitamento deste vapor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.C.A.; BARBOSA-BRANCO, A. **Acidentes de trabalho no Brasil: prevalência, duração e despesa previdenciária dos auxílios-doença**. RBSO, 36(124), 195–207, 2011.

BEUX, G. **Avaliação das condições de segurança na operação de caldeiras a vapor**. Monografia (Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2014. Disponível em: Acesso em: 5 mar. 2017.

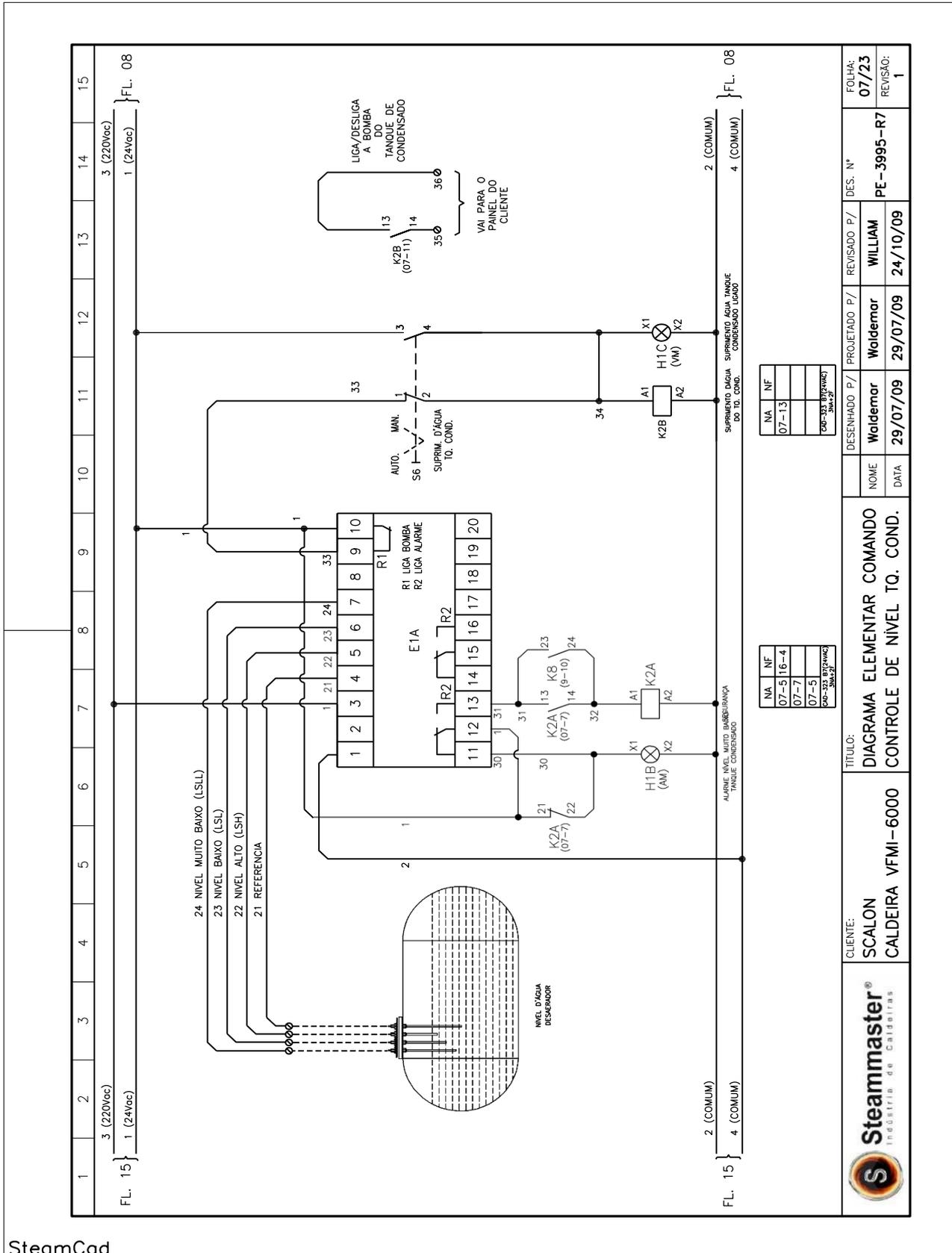
BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. **Norma Regulamentadora nº13**. Brasília, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portaria-mte-594-2014.htm>>. Acesso em: 6 mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego; Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Portaria n. 3.214, 08 de junho de 1978**, aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, 1978. Disponível em: www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf. Acesso em: 5 mar. 2017.

OLIVEIRA, M. M. de. **Análise do gerenciamento de riscos de um sistema de caldeira e vaso de pressão**. Estudo de caso. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial, Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_138_877_18237.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2017.

ANEXO

Anexo A - Diagrama elétrico



NA	NF
07-13	

NA	NF
07-5	16-4
07-7	
07-5	

	CLIENTE:	SCALON CALDEIRA VFM-6000	TITULO:	DIAGRAMA ELEMENTAR COMANDO CONTROLE DE NÍVEL TQ. COND.	DESENHADO P/	Waldemar	PROJETADO P/	Waldemar	REVISADO P/	WILLIAM	DES. N°	PE-3995-R7	FOLHA:	07/23
					NOME	DATA	29/07/09	29/07/09	24/10/09	REVISÃO:	1			