

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

EMERSON ROBERTO DA CRUZ

**APLICAÇÃO DA NR-13 EM VASOS DE PRESSÃO
PARA DIÓXIDO DE CARBONO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2014

EMERSON ROBERTO DA CRUZ

**APLICAÇÃO DA NR-13 EM VASOS DE PRESSÃO
PARA DIÓXIDO DE CARBONO**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista – Área de Conhecimento: Higiene e Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. M. Engenharia Roberto Serta

CURITIBA

2014

EMERSON ROBERTO DA CRUZ

**APLICAÇÃO DA NR-13 EM VASOS DE PRESSÃO
PARA DIÓXIDO DE CARBONO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. M.Eng. Roberto Serta
Professor do 29º CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

A Deus por ser simplesmente tudo em minha vida

A meus pais por serem a luz do meu caminho

À minha esposa e ao meu filho por seu apoio e compreensão

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor M.Engenharia Roberto Serta, pela confiança e orientação.

À professora Lesly Miki, não tenho palavras para expressar a minha gratidão por seu apoio e dedicação.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Aos funcionários da UTFPR.

Ao meu gerente, Geraldo Marcelo Barros pela disponibilização de dados primordiais para a realização da presente monografia.

Aos professores que integraram a Banca Examinadora, por suas sugestões.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Segurança do Trabalho da UTFPR pelos conhecimentos compartilhados.

A todos, muito obrigado.

Combati o bom combate
Completei a carreira
Guardei a fé.
(2 TM 4).

RESUMO

CRUZ, Emerson Roberto da: Aplicação da NR-13 em vasos de pressão para dióxido de carbono. 2014. 56f. Monografia (Especialização em Engenharia da Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-graduação em Engenharia da Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2014.

O Dióxido de Carbono, conhecido como CO₂, é o gás fornecido pela empresa de fertilizantes com 99.5% de pureza, a uma pressão de 1,5kgf/cm² e temperatura de 20°C (vinte graus Celsius), onde os 5% de contaminantes são de hidrocarboneto que serão retirados ao longo do processo. Os vasos de pressão nas fábricas de CO₂ estão presentes e são de diversos formatos, dimensões e finalidades, sendo aplicados com fluido pressurizado ou simples gás. Por meio do presente trabalho, teve-se por objetivo analisar as condições de operação e das instalações dos vasos de pressão que são aplicados para estocagem de produto em uma indústria situada na região metropolitana de Curitiba/ PR. Foi realizada visita ao local dos vasos de pressão, e aplicado um *checklist* referente ao atendimento dos requisitos da norma regulamentadora NR-13, segurança na operação de vasos de pressão, objetivando o atendimento aos requisitos normativos. Os resultados mostraram o comprometimento com a segurança e aplicação da norma nos seus dispositivos de segurança e documentação.

Palavras chave: Vasos de pressão. Segurança. Norma Regulamentadora NR-13.

ABSTRACT

CRUZ, Emerson Roberto da : Application of NR- 13 in pressure vessels to carbon dioxide. 2014. 56f . Monograph (Specialization in Engineering Work Safety) - Graduate Program in Occupational Safety Engineering, Federal Technological University of Parana - UTFPR. Curitiba, 2014.

Carbon dioxide, known as CO₂ gas is supplied by the firm of fertilizers with 99.5% purity at a pressure of 1,5kgf/ cm² and temperature of 20°C (twenty degrees Celsius), where 5% of contaminants are hydrocarbon that will be removed during the process. Pressure vessels in CO₂ plants are present and are of various shapes, dimensions and purposes being applied with pressurized gas or simple fluid. Through this study, we had it aimed to analyze the operating conditions and facilities of pressure vessels that are used for storage of product in an industry in the metropolitan region of Curitiba/ PR. Site visit of pressure vessels was performed, and applied a checklist relating to compliance with the requirements of the regulation NR-13, safe operation of pressure vessels, aiming at meeting the regulatory requirements. The results showed the commitment to safety and application of standards in their security and documentation.

Keywords: Pressure Vessels. Security. Regulatory Standard NR-13.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categoria das Caldeiras.....	15
Quadro 2 - Limites de exposição ocupacional.....	29
Quadro 3 – Modelo do <i>checklist</i> para verificação das não conformidades.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Categoria dos vasos de pressão	17
Figura 2 - Vaso sob pressão.....	22
Figura 3 - Formato dos vasos de pressão	23
Figura 4 – Dispositivo de Alivio de pressão	24
Figura 5 - Sistema de segurança controlador de nível	25
Figura 6 - Formato da boca de visita	31
Figura 7 - Solda em vasos de pressão	32
Figura 8 - Manômetro	33
Figura 9 - Transmissor de pressão e temperatura.....	33
Figura 10 - Vista dos 5 Tanques de CO ₂	39
Figura 11 - Placa de Identificação – Tanques A, B e C	40
Figura 12 - Placa de Identificação – Tanques D e E.....	40
Figura 13 - Válvula de Segurança	41
Figura 14 - Válvula Controladora de Líquido	41
Figura 15 - Placa de Calibração da Válvula de Segurança	42
Figura 16 - Termo de Abertura do Prontuário.....	42
Figura 17 - Transmissor de Pressão.....	43
Figura 18 - Disposição Geral	44
Figura 19 - Instalação de vaso de pressão.....	45
Figura 20 - Segurança na operação de vaso de pressão	45
Figura 21 - Inspeção de segurança no vaso de pressão.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste Hidrostático para quem não possui serviço próprio.....	18
Tabela 2 - Teste Hidrostático para quem possui serviço próprio.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	13
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 NORMA REGULAMENTADORA 13.....	14
2.2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT	20
2.3 NORMA AMERICANA - ASME	20
2.4 VASOS DE PRESSÃO.....	21
2.4.1 FORMATO DOS VASOS	22
2.4.2 SEGURANÇA	23
2.4.3 Dispositivos de Alívio de Pressão.....	24
2.4.4 Inter travamento e Sistema de Segurança	25
2.4.5 MATERIAIS PARA VASO DE PRESSÃO	25
2.4.6 Aços - Liga e inoxidáveis	26
2.4.7 Aço-Carbono	26
2.4.8 Plásticos Reforçados.....	27
2.4.9 Dióxido de Carbono.....	28
2.4.10 PRESSÃO E TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	29
2.4.11 PRESSÃO E TEMPERATURA DE PROJETO.....	30
2.4.12 PRESSÃO MÁXIMA DE TRABALHO ADMISSÍVEL - PMTA.....	30
2.4.13 TESTE HIDROSTÁTICO	30
2.4.14 BOCAS DE VISITA E INSPEÇÃO.....	31
2.4.15 SOLDA EM VASO DE PRESSÃO.....	32
2.4.16 VASOS PARA GASES LIQUEFEITOS SOB PRESSÃO	32
2.4.17 MANÔMETRO	33
2.4.18 DOCUMENTAÇÃO.....	34
2.5 COLETA DE DADOS – CHECKLIST.....	35

3 METODOLOGIA	36
3.1 CARACTERÍSTICAS DOS VASOS DE PRESSÃO	37
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICE A - CHECKLIST.....	52
APÊNDICE B – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO	55

1 INTRODUÇÃO

A norma regulamentadora NR-13 define vasos de pressão como todo recipiente pressurizado de qualquer forma ou dimensão cujo produto P.V. (pressão de operação versus volume) seja superior a 8 (oito). O exemplo clássico é a panela de pressão, podendo ser até um reator nuclear.

Para minimizar os riscos de acidente com os vasos de pressão, tem-se a norma regulamentadora NR-13, onde seus anexos trazem itens de segurança para: a instalação, segurança na operação e na manutenção de vasos de pressão, sendo que todas as atividades descritas sobre manutenção e inspeção devem ser realizadas por profissional habilitado (PORTAL DO MTE, 2014).

Em setembro de 2014 foi registrado, pelo jornal Correio da Amazônia, um acidente com um caminhão tanque de nitrogênio que explodiu no momento do abastecimento, onde destruiu o caminhão e danificou o posto de suprimento, e foram hospitalizados 5 (cinco) trabalhadores com lesões leves (CORREIO DA AMAZONIA, 2014).

Em dezembro de 2012 foi registrado pela empresa Conerge Engenharia, um acidente com uma caldeira de aquecimento, que resultou em falecimento de um funcionário de 55 anos, onde a vítima teve queimaduras no rosto e nas mãos, e não resistiu aos ferimentos (CONERGE, 2014).

Acidentes com vaso de pressão têm grande proporção e geralmente vítimas fatais. Baseado nesses fatos foi elaborado um estudo para avaliar as condições dos vasos de pressão de uma empresa de dióxido de carbono, com a aplicação de um *checklist* dos itens da NR-13.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Com o presente trabalho teve-se por objetivo identificar as condições de operação, segurança e disposição geral dos vasos de pressão de uma empresa na região de Araucária que produz Dióxido de Carbono líquido (CO₂).

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Apontar não conformidades nas condições de operação, segurança e disposição geral dos vasos de pressão;
- b) Recomendar soluções para os itens não conforme.

1.2 JUSTIFICATIVA

A importância na segurança dos funcionários e instalações de empresas do ramo de Dióxido de Carbono reforça a importância do estudo das condições dos vasos de pressão para sua integridade minimizando riscos de acidente, desta forma o estudo das não conformidades irá contribuir para a redução de acidentes.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos nos quais são apresentados a pesquisa bibliográfica, a metodologia, os resultados de possíveis não conformidades e propostas de melhoria, sendo divididos da seguinte maneira:

Capítulo 1 – Apresenta ao leitor o contexto do tema da pesquisa indicando a relevância da proposta, justificando a escolha do tema, estabelecendo o objetivo geral e os objetivos específicos, bem como os procedimentos metodológicos adotados na realização da pesquisa.

Capítulo 2 - Apresenta a revisão bibliográfica com suas definições e os principais itens da NR-13.

Capítulo 3 – Apresenta a metodologia aplicada na pesquisa.

Capítulo 4 – Apresenta os elementos de análise dos resultados e os possíveis resultados das não conformidades.

Capítulo 5 – Apresenta conclusão, proposta de melhorias das não conformidades.

E ao final têm-se os documentos de pesquisa que serviram de base para a elaboração deste trabalho científico, incluindo o *checklist* criado para a sustentação da pesquisa realizada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 NORMA REGULAMENTADORA 13

As Normas regulamentadoras surgiram por meio do decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, passando a vigorar com a seguinte redação: Da Segurança e da Medicina do Trabalho: (PORTAL DO MTE, 2014).

Art . 157 - Cabe às empresas:

- I - cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;
- II - instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;
- III - adotar as medidas que lhes sejam determinadas pelo órgão regional competente;
- IV - facilitar o exercício da fiscalização pela autoridade competente.

No dia 08 de junho de 1978 foi publicada a norma regulamentadora NR-13 que tratava das atividades de Caldeira e Vaso sob Pressão, sendo os itens de instalação, operação, manutenção e inspeção destes equipamentos. Desde seu surgimento houve atualizações e alterações nos anos 1983, 1984, 1994, 2008 e 2014. Essa última atualização traz no seu sumário (PORTAL DO MTE, 2014).

- 13.1. Introdução
- 13.2. Abrangência
- 13.3. Disposições Gerais
- 13.4. Caldeiras
- 13.5. Vasos de Pressão
- 13.6. Tubulações
- 13.7. Glossário
- Anexo I – Capacitação de Pessoal.
- Anexo II – Requisitos para Certificação de Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos.

Esta norma estabelece os requisitos mínimos para integridade estrutural de caldeiras, vasos de pressão e tubulações também reporta a responsabilidade do empregador no cumprimento da norma; refere-se como edificar um vaso de pressão cujo produto seja P.V. superior a 8 (oito), P é a pressão máxima de operação em kPa e V o seu volume interno em m³, entrando também existe o gás e fluido que passa ou será armazenado, esses fluidos da classe A independem das dimensões do produto P.V. e também qualquer tubulação interligada a caldeira com fluido A ou B; descreve equipamentos como recipientes transportáveis, vasos de pressão

destinados ao transporte de produtos, reservatórios portáteis de fluido comprimido e extintores de incêndio, dutos, fornos e serpentinas para troca térmicas, vasos que fazem parte de máquinas de fluido rotativo ou alternativo, vasos de pressão com diâmetro inferior a 150 (cento e cinquenta) milímetros para fluidos B, C e D. Trocadores de calor por placas corrugadas gaxetadas, geradores de vapor não enquadrados no código de vasos de pressão. Tubulação de rede pública e distribuição de água e gás e de coleta de esgoto como tubos de instrumentação devem ser submetidos às inspeções em códigos e normas nacionais ou internacionais (PORTAL DO MTE, 2014).

Geralmente se constitui condições de risco grave e iminente - RGI o não cumprimento de qualquer item previsto que cause doença ou acidente com lesão grave à integridade física do trabalhador, na disposição geral encontra-se os deveres do empregador e como agir quando á projetos de alteração ou reparos do vaso de pressão; além de conceituar a caldeira como equipamento destinado a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme código pertinente, como refervedores ou similares (PORTAL DO MTE, 2014).

Quanto à categoria, tem-se A, B, C, cuja caldeira da categoria A são as de pressão de operação igual ou superior a 1960 kPa (19,98kgf/cm²); a categoria C são aquelas de operação igual ou inferior a 588 kPa (5,99 kgf/cm²) e o volume interno igual ou superior a 100l (cem litros); a categoria B são todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores (QUADRO 1).

Categoria	Pressão em kgf/cm ²	Volume interno em litros
A	≥ 19,98	-
C	≥ 5,99	≥ 100
B	São todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias acima	

Quadro 1 - Categoria das Caldeiras

Fonte: Portal do MTE, 2014.

No item 13.4.1 da NR-13 tem-se que as caldeiras devem possuir válvula de segurança, instrumento que indique a pressão, placa de identificação, sistema de

segurança de injetor de água, dreno rápido e sistema automático de nível, documentação conforme o item 13.4.1.6 (PORTAL DO MTE, 2014).

Para instalação da caldeira a vapor tem-se o item 13.4.2 para cumprimento de local físico com espaço permitido, iluminação, disposição mínima de 3,0 metros, terá duas saídas amplas sinalizadas. As caldeiras classificadas com categoria A devem possuir painel de instrumentos instalados em sala de controle (PORTAL DO MTE, 2014).

Na operação da caldeira o item 13.4.3 pede obrigatoriamente procedimento de partida e parada; parâmetros operacionais de rotina; situações de emergência, procedimentos gerais de saúde e prevenção do meio ambiente (PORTAL DO MTE, 2014).

O item 13.5 da NR-13 trata do Vaso de pressão como equipamento que contém fluidos sob pressão interna ou externa, diferente da atmosférica, classificados em categoria, segundo a classe de fluido e potencial de risco. (PORTAL DO MTE, 2014).

Os vasos são classificados por categoria, classe e grupo, onde a NR-13 traz uma classificação específica para os fluidos:

Classe A: Fluidos inflamáveis; Fluidos combustíveis com temperatura superior ou igual a 200°C; Fluidos tóxicos com limites de tolerância igual ou inferior a 20(vinte) partes por milhão (ppm); Hidrogênio; Acetileno.

Classe B: Fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200°C (duzentos graus Celsius); Fluidos tóxicos com limite de tolerância a 20 (vinte) partes por milhão (ppm);

Classe C: Vapor de água, gases asfixiantes simples ou ar comprimido.

Classe D: Outros fluidos não enquadrados acima. (PORTAL DO MTE, 2014).

Quando tratar de mistura deverá ser classificado o fluido que apresenta maior risco aos trabalhadores (PORTAL DO MTE, 2014).

A classificação dos grupos de potencial é dada a partir do risco em função do P.V., onde P é a pressão máxima em MPa e V o seu volume em m³, onde no Grupo 1 – P.V. ≥ 100; no Grupo 2 – P.V. < 100 e P.V. ≥ 30; no Grupo 3 – P.V. < 30 e P.V. ≥ 2,5; no Grupo 4 – P.V. < 2,5 e P.V. ≥ 1 e no Grupo 5 – P.V. < 1. Onde quando o vaso trabalha em condição de vácuo enquadra-se na: Categoria I: para fluidos inflamáveis ou combustíveis, ou na Categoria V: para outros fluidos, segundo a Classificação da categoria da NR-13 (FIGURA 1).

CATEGORIAS DE VASOS DE PRESSÃO

Classe de Fluido	Grupo de Potencial de Risco				
	1 PV 100	2 PV 100 PV ³ 30	3 PV < 30 PV 2,5	4 PV < 30 2,5 PV ³ 1	5 PV < 1
	Categorias				
"A" - Líquidos inflamáveis combustíveis com temperatura igual ou superior a 200 °C - Tóxico com limite de tolerância ≤ 20 ppm - Hidrogênio - Acetileno	I	I	II	III	III
"B" - Combustível com temperatura menor que 200 °C - Tóxico com limite de tolerância > 20 ppm	I	II	III	IV	IV
"C" - Vapor de água - Gases asfixiantes simples - Ar comprimido	I	II	III	IV	V
"D" - Água ou outros fluidos não enquadrados nas classes "A" "B" ou "C" com temperatura superior a 50 °C	II	III	IV	V	V

Notas:

a) Considerar volume em m³ e pressão em MPa;

b) Considerar 1 MPa correspondente a 10,197 Kgf/cm².

Figura 1 - Categoria dos vasos de pressão

Fonte: PORTAL DO MTE, 2014.

Todo vaso de pressão no item 13.5.1.3 da NR-13, deve possuir válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à PMTA, meios utilizados contra o bloqueio inadvertido de dispositivo de segurança quando este estiver instalado, onde a placa de identificação deve estar fixada no vaso de pressão em local de fácil acesso, e visível com mínimos de informação contendo: Fabricante; Número de identificação; Ano de fabricação; Pressão máxima de trabalho admissível; Pressão de teste hidrostático de fabricação; Código de projeto e ano de edição. (PORTAL DO MTE, 2014).

No estabelecimento deve conter documentação exigida na NR-13, que se refere ao prontuário do fabricante com informações do projeto, registro de relatórios de conformidades e certificado que o empregador deve atualizar, conforme a necessidade de cada vaso, garantindo a integridade da instalação e segurança de trabalhadores: (PORTAL DO MTE, 2014).

- a) Prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante
 - Código de projeto e ano de edição;
 - Especificação dos materiais;
 - Procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final;
 - Metodologia para estabelecimento da PMTA;
 - Conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil;
 - Pressão máxima de operação;
 - Registros documentais do teste hidrostáticos;
 - Características funcionais, atualizadas pelo empregador sempre que alteradas as originais;
 - Dados dos dispositivos de segurança, pelo empregador sempre que alterados os originais;
 - Ano de fabricação;
- b) Registro de Segurança em conformidades com item 13.5.1.8;
- c) Projeto de Instalação em conformidade com os itens 13.5.2.4 e 13.5.2.5;
- d) Projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3 e 13.3.7;
- e) Relatório de inspeção em conformidade com o item 13.5.4.13;
- f) Certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável. (PORTAL DO MTE, 2014).

A NR-13 determina que todo vaso de pressão precisa passar por inspeção de segurança inicial, periódica e extraordinária, e deve compreender por exame externo e interno e teste hidrostático, por um profissional habilitado:

...aquele que tem competência legal para exercício da profissão nas atividades referentes ao projeto de construção, acompanhamento operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no país. (PORTAL DO MTE, 2014).

Para os prazos de inspeção periódica dos vasos, deve-se obedecer ao limite máximo estabelecido pela NR-13 no qual traz a categoria, exame externo e exame interno.

O item 13.10.3 da NR-13 se refere a quem não tem serviço próprio de inspeção de equipamento, apresentando período dos exames e teste hidrostático indicado. (TABELA 1).

Tabela 1 - Teste Hidrostático para quem não possui serviço próprio

(continua)

Categoria	Exame Externo	Exame Interno	Teste Hidrostático
I	1 Ano	3 Anos	6 Anos
II	2 Anos	4 Anos	8 Anos
III	3 Anos	6 Anos	12 Anos

Tabela 2 - Teste Hidrostático para quem não possui serviço próprio (conclusão)

Categoria	Exame Externo	Exame Interno	Teste Hidrostático
IV	4 Anos	8 Anos	16 Anos
V	5 Anos	10 Anos	20 Anos

Fonte: Portal do MTE (2014).

Ainda no item 13.10.3 da NR-13 se refere a estabelecimentos que possuam “Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos” segundo o período dos exames e teste hidrostático. (TABELA 2).

Tabela 3 - Teste Hidrostático para quem possui serviço próprio

Categoria	Exame Externo	Exame Interno	Teste Hidrostático
I	3 Anos	6 Anos	12 Anos
II	4 Anos	8 Anos	16 Anos
III	5 Anos	10 Anos	A critério
IV	6 Anos	12 Anos	A critério
V	7 Anos	A critério	A critério

Fonte: Portal do MTE (2014).

Todo equipamento constituído com vaso de pressão que trabalhe com temperatura inferior a 0° C (zero grau Celsius) e que operem em condições nas quais a experiência mostre que não ocorre deterioração devem ser submetidos a exame interior a cada 20 (vinte) anos e exame externo a cada 2 (dois) anos. (PORTAL DO MTE, 2014).

Quanto à tubulação, o Portal do MTE (2014) define como sendo o “conjunto de linha, incluindo seus acessórios, projetadas por códigos específicos, destinadas ao transporte de fluídos entre equipamentos de uma mesma unidade de uma empresa dotada de caldeiras ou vasos de pressão.”

As empresas devem possuir documentação atualizada, referida no item 13.6.1.4 do Portal do MTE (2014): quanto à válvula de segurança, indicador de pressão e temperatura, programação de um plano de inspeção que considere no mínimo as variáveis condições e premissas a seguir:

- a) Os fluidos transportados;

- b) A pressão de trabalho;
- c) A temperatura de trabalho;
- d) Aos mecanismos de danos previsíveis;
- e) As consequências para os trabalhadores, instalações e meio ambiente trazidas por possíveis falhas das tubulações. (PORTAL DO MTE, 2014).

Quanto ao tempo de intervalo das inspeções de uma tubulação não deve exceder ao prazo máximo da inspeção externa de um vaso ou caldeira que seja interligado, em casos de ampliação de um programa por um profissional habilitado esse tempo não pode ultrapassar a 100% (cem por cento) sobre o prazo da inspeção interna, limitada de 10 (dez) anos. (PORTAL DO MTE, 2014).

2.2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foi fundada em 1940, ela é o órgão responsável pela normalização técnica no país, sendo uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Fórum Nacional de Normalização único, através da Resolução nº 07 do CONMETRO, de 24 de setembro de 1992. A NBR é uma abreviação da ABNT para especificar a norma, sendo N representada como norma e BR como brasileira e o número referente a cada área.

Para Bega *et al.* (2011), o modelo para elaboração de Normas Técnicas no Brasil que está adotado, teve como objetivo melhorar os resultados considerados insatisfatórios quando comparados com as necessidades da sociedade brasileira do modelo de normalização vigente, até então, excessivamente centralizado.

A normalização da ABNT é constituída por objetivos como: economia, comunicação, segurança, proteção do consumidor, eliminação de barreira técnicas e comerciais. Sendo ela a única e exclusiva representante no Brasil. (BEGA *et al.*, 2011).

2.3 NORMA AMERICANA - ASME

A Norma Americana “*American Society of Mechanical Engineers*” – ASME, é uma norma para fabricação de vasos de pressão que estabelece os tipos de matérias e seus limites, soldas, inspeção, execução dos vasos de pressão. (TELLES, 1996).

Depois de uma explosão em Brockton, Massachusetts (EUA), em 1905, que deixou 58 mortos e 117 feridos, surgiu a primeira norma americana, de uso geral e obrigatório, sua exigência foi: projeto, materiais, fabricação e inspeção de caldeiras estacionárias. Esse foi o início da *ASME (American Society of Mechanical Engineers)*, criada em 1914 e publicada na Seção VIII do Código *ASME*, referindo-se aos vasos de pressão não sujeitos a chama. (TELLES, 1996).

2.4 VASOS DE PRESSÃO

Segundo a NR-13 – 2014, vaso de pressão é o equipamento que contém fluidos sob pressão interna ou externa classificada em categorias conforme o anexo IV da NR-13. (PORTAL DO MTE, 2014).

Existem os mais variados exemplos de vasos de pressão: aquecedores, resfriadores, condensadores, caldeiras, torres de destilação. (TELLES, 1996).

A ABNT-NBR-15417 (2007) caracteriza vaso de pressão qualquer vaso cujo produto “P.V.” (pressão de operação x volume) seja superior a 8.

Esses vasos contêm uma parede composta do casco e dos tampos de fechamento que podem ser simples ou múltiplos, variando no formato e na dimensão. (TELLES, 1996).

Para Campos (2011) o vaso de pressão é todo reservatório, de qualquer tipo, tamanho ou utilizações que não propagam chamas e são essenciais nos processos industriais, contendo fluidos e projetos para suportar com segurança, pressões internas distintas da pressão atmosférica ou que sejam submetidos à pressão externa.

Na figura 2, têm-se três tipos de vasos, onde o vaso número 1 é um vaso de reservatório muito usado para condensar ou manter o nível na produção, o vaso número 2 é utilizado como resfriador ou torre de destilação variando o processo e fluido, e o vaso de número três é utilizado por algumas empresas como trocador de calor.



Figura 2 - Vaso sob pressão
Fonte: Campos, Teixeira (2006, p. 234).

2.4.1 Formato dos Vasos

Quanto ao formato dos vasos, cada empresa tem o tipo específico que atende à sua necessidade, e que vai variar, desde uma fábrica que trabalha com temperatura elevada até aquelas com criogenia (TELLES, 1996).

Existe uma variedade de material para a fabricação dos vasos, como os tipos de dispositivo de segurança empregado a cada produto que vai ser comprimido nesses vasos, sendo assim, citados os materiais metálicos e não metálicos os mais comuns: aço-carbono, aço-liga, aços inoxidáveis, alumínio, titânio, e os não metálicos: plásticos borrachas, cerâmicas, termoplásticos, vidro, concreto. (TELLES, 1996).

Ainda, segundo Telles (1996), as três formas básicas dos vasos são a cilíndrica, a cônica e a esfera, ou ainda, as combinações destas formas. (FIGURA 3)

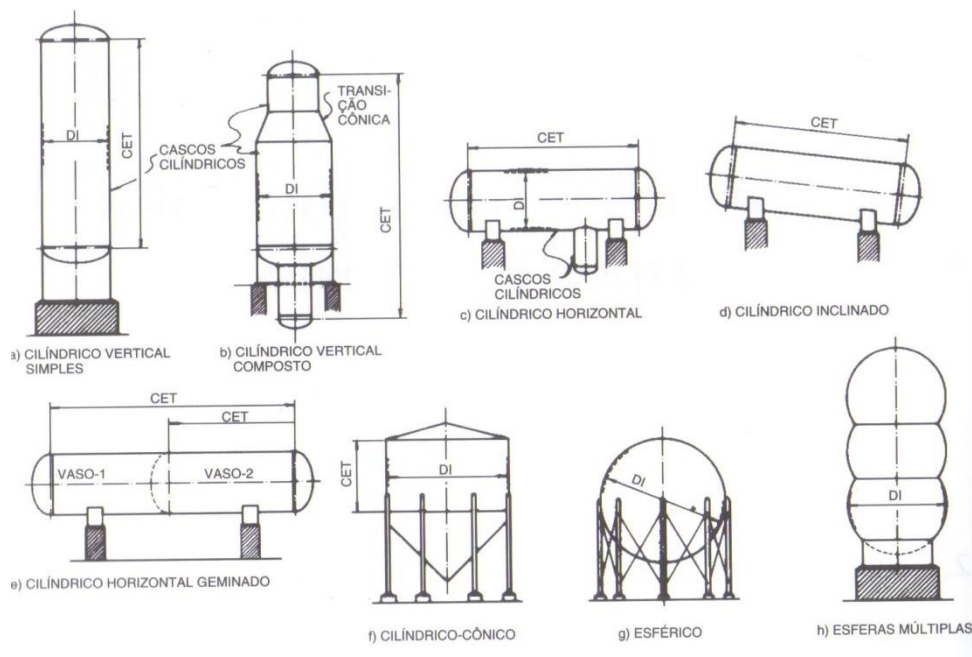


Figura 3 - Formato dos vasos de pressão
Fonte: Telles (1996, p. 8).

Os formatos são diversos para vários fins e com finalidade específica para cada fluido com sua característica e particularidade, onde, para uma melhor compreensão destes formatos Telles (1996) exemplifica: aquecedores, resfriadores, condensadores, caldeira, torres de destilação. (TELLES, 1996).

O ponto de vazamento é outro importante assunto, pois assunção de vaso de pressão é não perder seu produto para o meio ambiente, sendo assim são diversas as aplicações de vasos de pressão, que assumem formas e tamanhos bastante variados, em virtude da sua função principal, que é a de contenção de fluido pressurizado, sem que apresente vazamento. (PEREIRA FILHO, 2004).

2.4.2 Segurança

Quanto ao risco em potencial do vaso de pressão e suas instalações, há necessidade do emprego de material que ofereça o máximo de segurança, citando os equipamentos que vão trabalhar com fluidos inflamáveis, tóxicos, explosivos ou em temperatura ou pressão muito elevadas. Os equipamentos com baixo ponto de fusão como plásticos, borrachas, alumínio, chumbo, não podem ser empregados à prova de fogo. (TELLES, 1996).

Também existe o Sistema Instrumentado de Segurança - SIS, que é uma classe de sistema responsável pela Segurança Operacional de Unidades e Equipamentos Industriais. Ela causa a parada de emergência ou impede uma operação insegura sempre que as condições ultrapassarem os limites pré-estabelecidos como seguros (BEGA *et al.*, 2011).

Existe o sistema de *shutdown* para processos industriais habilitando ou desabilitando máquinas para evitar riscos de acidentes, esta evolução não é por acaso. Infelizmente é a partir da análise de acidentes, realmente ocorridos, que tornou conhecido que os sistemas de segurança aplicados deixavam muito a desejar (BEGA *et al.*, 2011).

2.4.3 Dispositivos de Alívio de Pressão

Todos os vasos, quaisquer que sejam suas dimensões, finalidade ou pressão de projeto, devem ser protegidos por dispositivos de alívio de pressão, sendo essa uma exigência comum a todas as normas de projetos de vaso. (TELLES, 1996).

Telles (1996) enfatiza que em vaso onde é necessária uma proteção mais segura contra surtos de pressão, costuma-se instalar, pelo menos, duas válvulas de segurança iguais, ambas, diretamente acopladas a um bocal do vaso e dimensionadas cada uma para a vazão total. (FIGURA 4).



Figura 4 – Dispositivo de Alívio de pressão
Fonte: O Autor.

2.4.4 Inter travamento e Sistema de Segurança

Bega *et al.* (2011) dizem que alguns vasos de pressão, além da válvula de segurança, utilizam também sistemas de controle de nível para segurança dos vasos e da qualidade do produto. Sistema Instrumentado de Segurança (SIS) ou Sistema de Inter travamento de Segurança. Eles causam a Parada de Emergência ou impedem uma operação Insegura sempre que as condições de processo ultrapassam os limites preestabelecidos. (FIGURA 5)

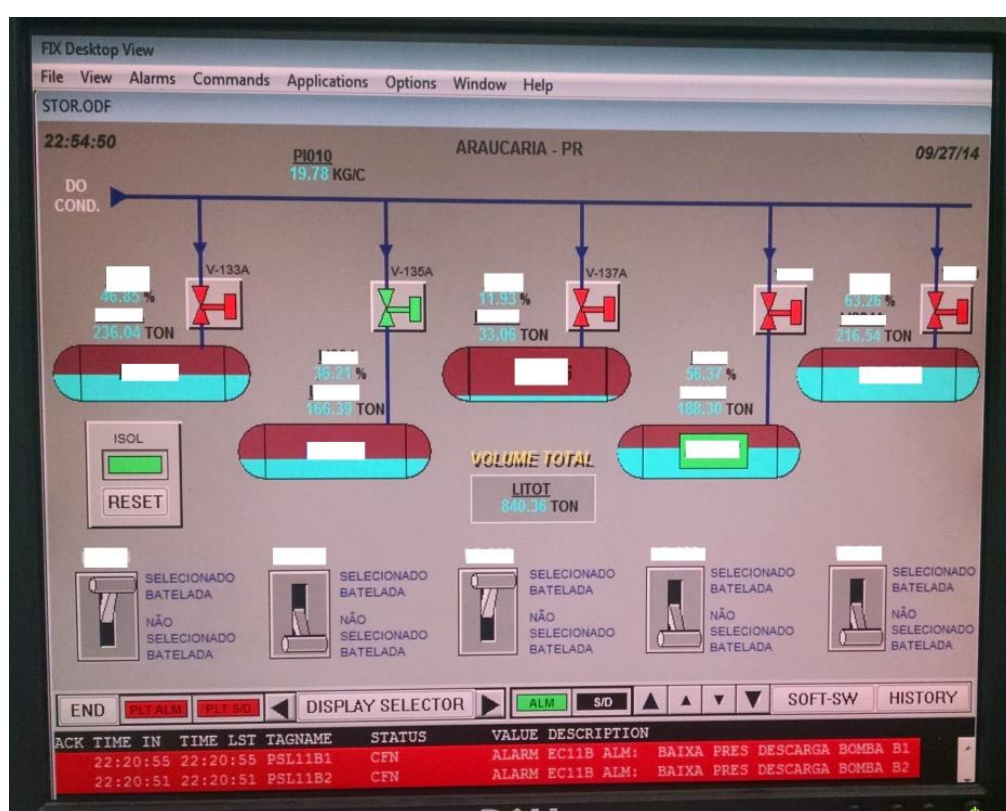


Figura 5 - Sistema de segurança controlador de nível
Fonte: O Autor.

2.4.5 Materiais para Vaso de Pressão

Para a construção dos vasos de pressão a escolha do material a ser utilizado é de suma importância, existe uma classe para seus componentes sendo materiais ferrosos, não ferrosos, metálicos e não metálicos. (TELLES, 1996).

2.4.6 Aços - Liga e inoxidáveis

O material Aço - Liga é todo aço que possui qualquer quantidade de outros elementos, além dos que entram na composição dos Aços – Carbono, é muito usado em altas e baixas temperaturas quando ultrapassam os limites do Aço – Carbono, ou é necessário uma maior resistência à corrosão, em alguns casos, quando o fluido tem alta resistência. (TELLES, 1996).

Ainda para TELLES (1996), existe uma distinção dos Aços - Liga que são classificados em baixa liga, com até 5% de elementos de liga, aços de liga intermediária contendo entre 5% e 10 %, e os aços de alta liga com mais de 10%, e neste grupo ainda tem-se o Aço Inoxidável que é mais difícil de ser trabalhado, elevando o preço na construção e quanto maior a liga mais cara fica a construção de um vaso. (TELLES, 1996).

Os aços Inoxidáveis são aqueles que contêm pelo menos 12% de cromo, o que lhes confere a propriedade de não enferrujarem, mesmo em exposição prolongada a uma atmosfera normal. (TELLES, 1996).

TELLES (1996) complementa dizendo que os principais motivos para o uso do Aço Inoxidável são as temperaturas abaixo de -45°C , devido ao alto risco de fraturas frágeis com Aço - Carbono, outro motivo são as altas temperaturas quando atingem limites acima do uso do Aço - Carbono, e quando o fluido se enquadra como perigoso, com elevada temperatura e a segurança do alimento para não adquirir contaminação com o produto.

2.4.7 Aço-Carbono

Aço carbono é o material de maior uso na construção dos vasos, sua denominação é “material de uso geral”, porque, ao contrário de outros materiais, não tem caso específico de emprego sendo usado na maioria dos vasos, exceto quando existe circunstância que não permita o seu emprego. (TELLES, 1996).

Sua faixa de temperatura varia de 400°C a -45°C .

Segundo TELLES (1996), para o emprego de temperaturas inferiores a -45°C não é recomendado o uso de aço-carbono, ainda que em eventual ou curta duração.

Recomenda-se o emprego de aço-carbono acalmado sempre que ocorre temperatura acima de 400°C, ainda que por pouco tempo, ou para temperaturas inferiores a 0°C, acima de 400°C a resistência mecânica do aço-carbono começa a sofrer uma forte redução de temperatura e a temperaturas superiores a 530°C sofre uma intensa oxidação superficial, quando exposto ao ar, com formação de grossas crostas de óxidos e torna-se inaceitável para qualquer serviço contínuo. (TELLES, 1996).

Segundo Telles (1996), recomenda-se os limites máximos de temperatura para partes de aço-carbono em vaso de pressão:

- Partes sujeitas a esforços principais, serviço contínuo: 450°C
- Partes secundárias, serviço contínuo: 480°C.
- Máximos de temperatura de curta duração e não coincidentes com grandes esforços mecânicos: 520°C (TELLES, 1996).

É preciso distinção entres duas classes de trabalho para faixas de temperatura abaixo de zero grau, elas são:

- Serviços em temperaturas até – 45°C, denominados de “serviço de baixa temperatura”, propriamente ditos.

- Serviços em temperaturas inferiores a – 45°C, denominados de “serviços criogênicos”. (TELLES. 1996).

Alguns líquidos como o CO₂, quando despressurizados fazem com que sua temperatura atinja a escala de -78°C. (TELLES, 1996).

Para evitar acidentes de fraturas frágeis, muitos projetistas e usuários desses vasos têm por norma adotar para bocais e outras abertura do vaso, materiais que sejam resistentes à baixa temperatura resultante da descompressão do gás para atmosfera. (TELLES, 1996).

2.4.8 Plásticos Reforçados

Plásticos reforçados são denominados de “termoestáveis”, podem ser usados para construção de vasos sob pressão, é usado também para tubulações. (TELLES, 1996).

São constituídos na forma de laminados por camadas sucessivas de resina plástica e de fibra de armação, em geral fibra de vidro. Essas resinas são epóxi e

poliéster, com esse emprego as temperaturas de projeto podem atingir de -54°C até 66°C , a sua vulnerabilidade é com relação ao incêndio e não pode ser empregado ao fluido tóxico, onde sua pressão interna pela norma é de 10kgf/cm^2 , e sua vantagem é a resistência à corrosão, superior à da maioria dos metais industriais, superando os aços inoxidáveis. (TELLES, 1996).

2.4.9 Dióxido de Carbono

O Dióxido de Carbono existe na forma gás, sólido e líquido é um composto de 27,3% de carbono e 72,7% de oxigênio, inodoro, incolor, não inflamável, não tóxico e possui pH de 3,7. (ARLINGTON, 1990).

O dióxido de carbono tem como fórmula - CO_2 , seu ponto de sublimação é de $-78,5^{\circ}\text{C}$, não é um gás inflamável, possui a propriedade de ser volátil e seu peso molecular a 1atm é 44,01.(FISQP nº P-4573-D, 2013, p.11).

Segundo Arlington (1990) um ambiente com 10% ou mais de dióxido de carbono é suficiente para produzir inconsciência e morte.

O dióxido de carbono pode apresentar na forma líquida, sólida e gasosa, no ponto de tríplice, variando pressão e temperatura, tem-se os três estados de $-56,6^{\circ}\text{C}$ e pressão de 416 KPa. (ARLINGTON, 1990).

O uso do CO_2 está em diversas áreas como: metalúrgica, química, farmacêutica, bebida, tratamento de efluentes, têxtil, extintores. O dióxido de carbono comprimido é um gás asfixiante cujo código do produto é a FISQP P-4574-J.

A Ficha de informações de Segurança do Produto (FISQP) do dióxido de carbono traz que é um gás asfixiante com efeitos, devido à falta do oxigênio e também é ativo fisiologicamente afetando a circulação e a respiração, suas concentrações moderadas podem causar dor de cabeça, sonolência, ardência no nariz e garganta, excitação, aumento da frequência de incursões respiratórias e dos batimentos cardíacos, excesso de salivagem, vômitos e inconsciência. Em um ambiente entre 5% a 10% de dióxido de carbono pode causar respiração muito difícil, dor de cabeça, confusão visual e zumbido nos ouvidos. Pode ser prejudicial, seguido por perda da consciência, a inconsciência ocorre mais rapidamente acima

de 10%, essa exposição prolongada a altas concentrações pode resultar em morte por asfixia.

Controle de exposição e proteção quando se é armazenado ou utilizado em solda de corte faz necessário para assegurar o trabalhador respeitando os limites de segurança. (FISQP nº P-4573-D, 2013, p.11). (QUADRO 2).

Componente	LT(TLV) – NR15	LT(TLV) – ACGIH
Dióxido de Carbono	3900 ppm	5000 ppm

Quadro 2 - Limites de exposição ocupacional
Fonte: FISQP do CO₂.

TLV é o limite de tolerância (LT), a sigla *ACGIH- American Conference of Government Industrial Hygienists*.

LT (TLV) deve se utilizado como guia no controle da saúde e não como uma divisão entre concentrações perigosas ou seguras.

2.4.10 Pressão e Temperatura de Operação

Eventualmente um vaso poderá ter mais de uma condição de regime, inclusive com fluidos diferentes. Quando este for o caso, a fato deverá ser considerado para a fixação dos valores extremos de pressão e de temperatura de operação e também para as condições de projeto do vaso. (TELLES, 1996).

É de extrema importância considerar os valores mínimos de pressão e temperatura dos vasos, sempre que nas condições de trabalhos anormais possam atingir valores inferiores à atmosférica. (TELLES, 1996).

Usualmente, exprime-se pressão em termos da unidade de força e área, ou mediante a altura de uma coluna de líquido em cuja base esteja sendo aplicada a mesma pressão. (BEGA *et al.*, 2011).

Pressão pode ser definida como a ação de uma força contrária. Ela tem natureza de um empuxo distribuído uniformemente sobre uma superfície plana no interior de um recipiente fechado. (BEGA *et al.*, 2011).

Junto com a pressão, outro fator importante é a temperatura do produto que será estocado ou que passa pelo processo de fabricação que tem uma vasta gama

de aplicação nos processos físicos e químicos até a proteção de equipamento. (BEGA *et al.*, 2011).

Segundo a física clássica, a temperatura quantifica o calor, que é uma forma de energia associada à atividade molecular de uma substância. (BEGA *et al.*, 2011).

2.4.11 Pressão e Temperatura de Projeto

Segundo Telles (1996), pressão e temperatura de projeto são denominadas com as condições de projeto do vaso de pressão, ou seja, os valores considerados para efeito de cálculo e de projeto do vaso.

De acordo com o código *ASME* - Seção VIII - Divisão 2 - parágrafo AD-121: a pressão de projeto é igual à pressão de abertura do dispositivo de alívio de pressão (válvula de segurança). (TELLES, 1996).

2.4.12 Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA

A pressão máxima de trabalho admissível – PMTA, pode se referir a cada uma das partes de um vaso, ou ao vaso considerado como um todo. Essas pressões são calculadas pelas fórmulas dadas na mesma norma de projeto adotada para o cálculo do vaso. (TELLES, 1996).

2.4.13 Teste Hidrostático

A pressão máxima do teste hidrostático é sempre superior à pressão de trabalho, onde o teste hidrostático em vasos de pressão consiste no preenchimento completo do vaso com água ou com líquido apropriado, no qual se exerce uma determinada pressão, que é a “pressão de teste hidrostático”. (TELLES, 1996).

De acordo com o código *ASME* - Seção VIII - Divisão 1: a pressão de teste deve ser de no mínimo 1,3 vezes a PMTA do vaso (correspondente à espessura corroída). (TELLES, 1996).

Na NBR 15417 (2006) o teste hidrostático a ser realizado de acordo com a pressão calculada de teste hidrostático, com base no código de construção do

equipamento. A pressão de teste hidrostático ou alternativo considerando a PMTA, nas condições atuais, e temperatura de teste.

A norma regulamentadora NR-13, no item 13.6.3, pede que todo vaso de pressão deva possuir em sua placa de identificação as seguintes informações:

Fabricante;
Número de identificação;
Ano de fabricação
Pressão máxima de trabalho admissível
Pressão de teste hidrostático de fabricação
Código de projeto e ano de edição. (NR-13).

2.4.14 Bocas de Visita e Inspeção

São aberturas fechadas por meio de tampas removíveis, permitindo o acesso ao interior do vaso para: limpeza, manutenção, montagem e remoção de peças internas. (TELLES, 1996).

De acordo com o código ASME - Seção VIII - Divisão 1 - parágrafo UG-46: é obrigatório algum meio de visita ou de inspeção interna, em cada compartimento de todos os vasos para ar comprimido, ou para qualquer serviço onde haja corrosão ou abrasão na parede do vaso. (FIGURA 4).

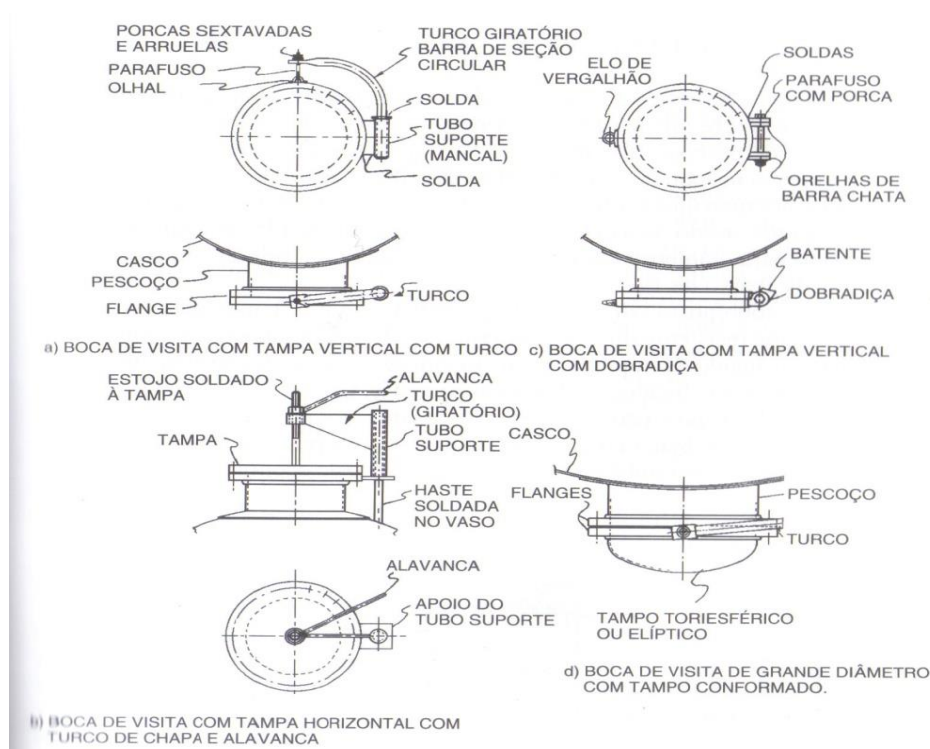


Figura 6 - Formato da boca de visita
Fonte: Telles (1996, p.129).

2.4.15 Solda em Vaso de Pressão

Telles (1996) comente que a solda é a fixação de todas as partes do vaso de pressão, como também as dos pontos não pressurizados, é obrigatório que todas as soldas de emenda de chapas no casco e nos tampos dos vasos de pressão sejam de penetração total, e de tipos facilmente radiografáveis. (FIGURA 5).

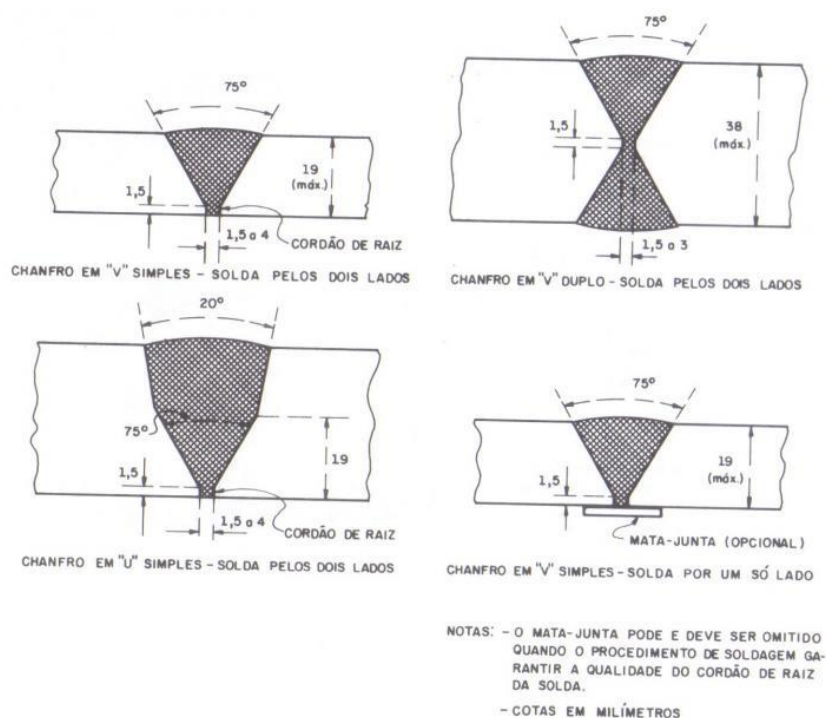


Figura 7 - Solda em vasos de pressão
Fonte: Telles (1996, p.137).

2.4.16 Vasos para Gases Liquefeitos sob Pressão

Alguns líquidos, como o CO_2 , quando despressurizado, sua temperatura pode atingir a escala de -78°C . (TELLES, 1996).

Para evitar acidentes de fraturas frágeis, muito projetistas e usuários desses vasos, têm por norma adotar para bocais e outras aberturas do vaso, materiais que sejam resistentes à baixa temperatura resultante da decompressão do gás para atmosfera. (TELLES, 1996).

2.4.17 Manômetro

É o instrumento utilizado nos vasos de pressão, o qual indica a pressão, onde, de acordo com a NR-13, a falta de instrumento que indique a pressão de operação do vaso, constitui risco grave e iminente. (FIGURA 8). Ainda existem empresas que utilizam equipamento elétrico de instrumentação com menor dimensão, como os transmissores de pressão e temperatura (FIGURA 9), apresentam invólucros à prova de explosão com formato cilíndrico. (BEGA *et al.*, 2011)



Figura 8 - Manômetro
Fonte: O Autor.



Figura 9 - Transmissor de pressão e temperatura
Fonte: O Autor.

2.4.18 Documentação

Segundo o Portal do MTE (2014), no item 13.5.1.6, todos os vasos de pressão devem possuir, no estabelecimento onde estiverem instalados, a seguinte documentação, devidamente atualizada:

a- Prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, contendo as seguintes informações:

Código de projeto e ano de edição;

Especificação dos materiais;

Procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção;

Metodologia para estabelecimento da PMTA;

Conjunto de desenhos e demais dados necessário para o monitoramento da sua vida útil;

Pressão máxima de operação

Registros documentais do teste hidrostático;

Características funcionais, atualizadas pelo empregador sempre que alteradas as originais;

Dados dos dispositivos de segurança, atualizados pelo empregador sempre que alterados os originais;

Ano de fabricação;

Categoria do vaso, atualizada pelo empregador sempre que alterada a original;

b- Registro de Segurança em conformidade com item 13.5.18;

c- Projeto de Instalação em conformidade com os itens 13.5.2.4 e 13.5.2.5;

d- Projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3.6 e 13.3.7;

e- relatório de inspeção em conformidade com item 13.5.4.13;

f- Certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicáveis.

Quando não existir o prontuário do vaso de pressão o empregado é responsável por reconstituir com responsabilidade técnica do fabricante ou PH (profissional habilitado).

2.5 COLETA DE DADOS – *CHECKLIST*

A lista de verificação das não conformidades foi desenvolvida com base na NR-13, sendo adotado um questionário com apenas os itens aplicáveis a vasos de pressão, segundo seu grupo, categoria, classe, pois para Santos e Parra Filho (1998, p. 108), “tão importante quanto as qualificações necessárias a um bom entrevistador é a elaboração de um questionário que atenda perfeitamente aos objetivos do trabalho”. O objetivo é coletar dados e verificar se os vasos atendem à normal regulamentadora.

Segundo Marconi e Lakatos (2007, p.167) coleta de dados é a “etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos.”.

Ao todo foram analisados 46 itens da NR-13, juntamente com a gerência da produção da empresa, para se obter um resultado com maior precisão. Foi utilizada a documentação existente dos vasos.

3 METODOLOGIA

A metodologia é utilizada para localização e explicação dos mais variados tipos de problemas, de modo a afirmar e exemplificar todos os procedimentos em questão para esclarecimento de dúvidas relacionadas à proposta.

Metodologia é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais (MARCONI e LAKATOS, 2007).

Quanto à natureza da pesquisa, foi caracterizada como pesquisa aplicada, pois, segundo Silva e Menezes, (2005, p.20) envolve interesses locais e objetiva gerar conhecimento para a aplicação prática voltados à solução de problema específicos.

Neste trabalho será abordado somente vaso de pressão contendo líquido Dióxido de Carbono pressurizado, tendo como base a Norma Regulamentadora NR-13.

A empresa, fonte de dados da pesquisa, foi uma fábrica de Dióxido de Carbono situada na região de metropolitana de Curitiba, cuja identidade foi preservada, a pedido dos representantes da mesma.

Os vasos de pressão em estudo foram 5 (cinco) vasos de armazenamento do produto, divididos pela capacidade: sendo 3 (três) vasos de 500 (quinhentas) toneladas, e 2 (dois) de 300 (trezentas) toneladas, a fábrica tem a capacidade total de armazenamento de 2.100 toneladas de dióxido de carbono.

Os vasos são pressurizados entre 16,5 kgf/cm² até 20 kgf/cm² alinhados pela fase gás.

A temperatura dos vasos de pressão esta entre – 22°C até – 25°C, sendo monitoradas 24 horas por dia.

A visita se realizou no mês de outubro de 2014, para coleta de dados e fotos, para esse estudo foi elaborado um *checklist* baseado na NR-13, para verificação das não conformidades dos tanques denominados A,B,C,D,E. (QUADRO 3). (APÊNDICE A).

Norma	Descrição	Conformidade	Não conformidade	Observação
13.5.1.3.a	a) válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura igual ou inferior a PMTA, instalado diretamente no vaso ou no sistema que inclui	A,B,C,D,E		
13.5.1.3.b	b) meios utilizados contra o bloqueio inadvertido de dispositivo de segurança quando este não estiver instalado diretamente no vaso	A,B,C,D,E		Transmissor de pressão

Quadro 3 – Modelo do *checklist* para verificação das não conformidades

Fonte: O Autor.

Depois dos dados coletados, foram elaborados gráficos para melhor visualização da situação dos vasos de armazenamento do produto.

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS VASOS DE PRESSÃO

Os 5 tanques da fábrica de Dióxido de Carbono estão divididos em dois grupos: três tanques de 500 toneladas cada, chamados tanques A,B e C; e dois tanques de 300 toneladas cada, chamados tanques D e E.

Os tanques A, B e C, de 500 toneladas cada, têm a mesma característica, ou seja, são todos do mesmo fabricante de Jundiaí/ SP, e o modelo é de um vaso cilíndrico horizontal com calotas hemisféricas, com capacidade de 501,5m³, sendo 1990 o ano de fabricação; a pressão de projeto é de 21,0kgf/cm²; a pressão de operação é de 19,4kgf/cm²; a pressão de teste hidrostático é de 26,4kgf/cm²; o diâmetro interno é de 4.710,00mm – 185,43”; o comprimento é de 30.404,00mm – 1.197,01”; a pressão em kgf/cm² é entre 16kgf/cm² e 21kgf/cm²; a temperatura de trabalho é de -22°C; o controle de enchimento é feito por meio de uma válvula controladora; o manômetro é do tipo SMAR, aferido e ajustado para 2015; a válvula de segurança é do tipo castelo fechado com alavanca; seu peso vazio é de 115.000kg e seu peso cheio d’água é de 615.209kg.

Conforme a NR-13, a classificação diz que estes tanques pertencem à categoria I; que a classe do fluido pertence à classe A, e que pertencem ao grupo 1, que indica o grupo de potencial de risco.

Os tanques D e E, de 300 toneladas cada, também têm as mesmas características, ou seja, são todos do mesmo fabricante do Rio de Janeiro, e o modelo é de um vaso cilíndrico horizontal com calotas hemisféricas, com capacidade de 308,3m³, sendo 1974 o ano de fabricação; a pressão de projeto é de 21,10kgf/cm²; a pressão de operação é de 19,00kgf/cm²; a pressão de teste hidrostático é de 26,36kgf/cm²; o diâmetro interno é de 3.730,00mm – 146,85”; o comprimento é de 26.400,00 mm – 1039,37”; a pressão em kgf/cm² é entre 16kgf/cm² e 21kgf/cm²; a temperatura de trabalho é de -19°C; o controle de enchimento é feito por meio de uma válvula controladora; o manômetro é do tipo SMAR, aferido e ajustado para 2015; a válvula de segurança é do tipo castelo fechado com alavanca; seu peso vazio é de 69.563,00kg e seu peso cheio d’água é de 615.209kg.

Conforme a NR-13, a classificação diz que estes tanques pertencem à categoria I; que a classe do fluido pertence à classe A, e que pertencem ao grupo 1, que indica o grupo de potencial de risco (APÊNDICE B).

4 ANÁLISE DOS DADOS E CARACTERIZAÇÃO DOS DE PRESSÃO VASOS

A fábrica tem uma produção de 180 toneladas por dia, sendo que recebe a matéria prima, via gasoduto, acrescida de contaminantes que vêm juntamente com o gás bruto do CO₂, contaminantes que são retirados no processo dos hidrocarbonetos e do dióxido de enxofre, pois, como a fornecedora produz CO₂ com o resíduo do petróleo, esses agentes ainda precisam ser eliminados ao longo do processo para se obter 99,99 % de CO₂.

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta fase foram avaliados 41 itens da NR-13, referente aos vasos de pressão: A, B, C, D e E, contendo as disposições gerais, a instalação, a segurança na operação e a inspeção de segurança, onde os vasos são identificados da direita para esquerda; sendo os três primeiros de 500 toneladas cada, e dois de 300 toneladas cada, onde a configuração de A, B, C, D e E são da direita para esquerda. Sendo assim, o tanque A será o primeiro vaso de 500 toneladas e o último tanque será o E de 300 toneladas. (FIGURA 10).



Figura 10 - Vista dos 5 Tanques de CO₂
Fonte: O Autor.

Os resultados do *checklist* dos cinco tanques da empresa produtora de dióxido de carbono líquido mostraram que os equipamentos e calibrações estão atentos à Norma Regulamentadora NR-13, porém, como os vasos estão a céu aberto, observou-se a falta de manutenção na limpeza nos equipamentos.

Os tanques A, B e C, de 500 toneladas cada, possuem placas de identificação específicas. (FIGURA 11).



Figura 11 - Placa de Identificação – Tanques A, B e C
Fonte: O Autor.

Assim como os tanques D e E, de 300 toneladas cada, também possuem placas de identificação específicas. (FIGURA 12).

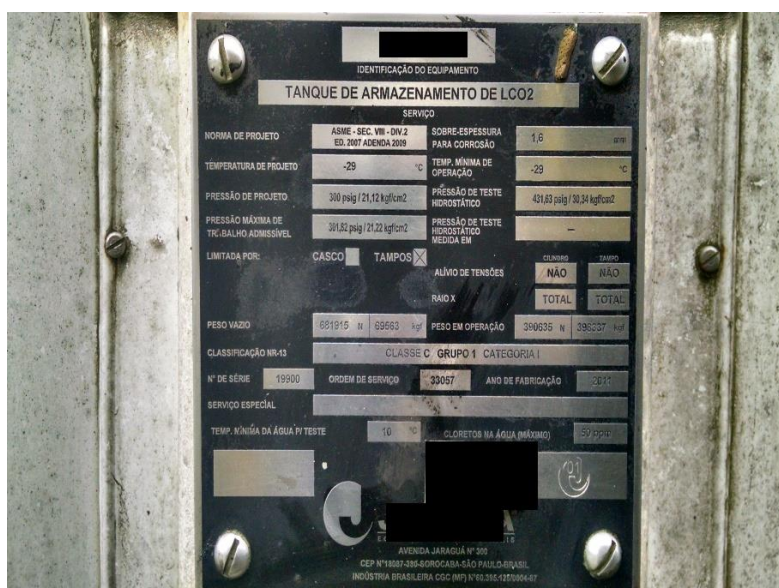


Figura 12 - Placa de Identificação – Tanques D e E
Fonte: O Autor.

Uma visão geral da válvula de segurança dos 5 tanques é apresentada na figura 13.



Figura 13 - Válvula de Segurança
Fonte: O Autor.

A válvula pneumática de controle de nível automático, com placa de calibração, um sistema desenvolvido pela própria empresa é apresentada na figura 14.



Figura 14 - Válvula Controladora de Líquido
Fonte: O Autor.

Placa de calibração de uma das válvulas de segurança, cada calibração da válvula de Dióxido de Carbono tem validade de 5 anos, essa validade é obedecida pela norma interna da empresa. (FIGURA 15).



Figura 15 - Placa de Calibração da Válvula de Segurança
Fonte: O Autor.

Termo de abertura do prontuário referente ao tanque D, os demais tanques foram analisados se constava a evidência deste item. (FIGURA 16).

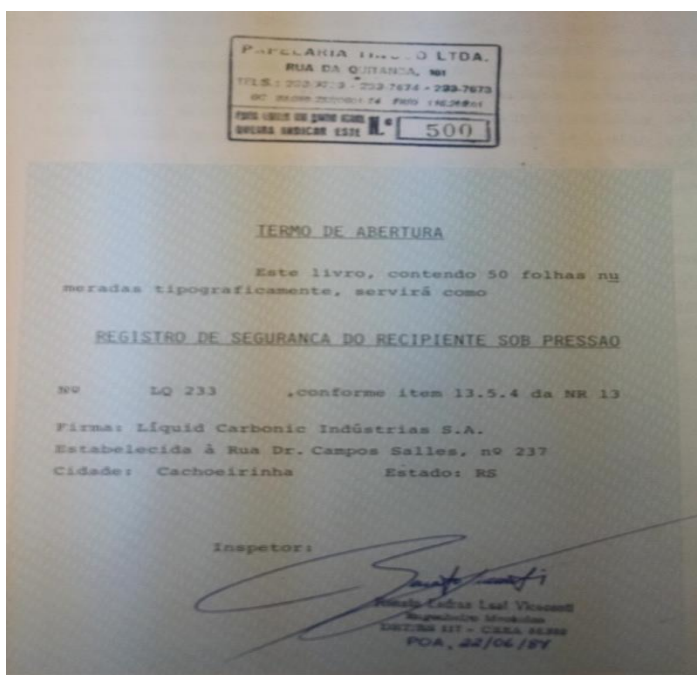


Figura 16 - Termo de Abertura do Prontuário
Fonte: O Autor.

Os cinco tanques são interligados pela fase gás, tendo um transmissor para medir a pressão, sinal este que também é transmitido para uma sala de controle, onde mesmo na falta de energia elétrica, a fábrica não para, pois possui um gerador para alimentar o sistema durante quatro horas. (FIGURA 17).

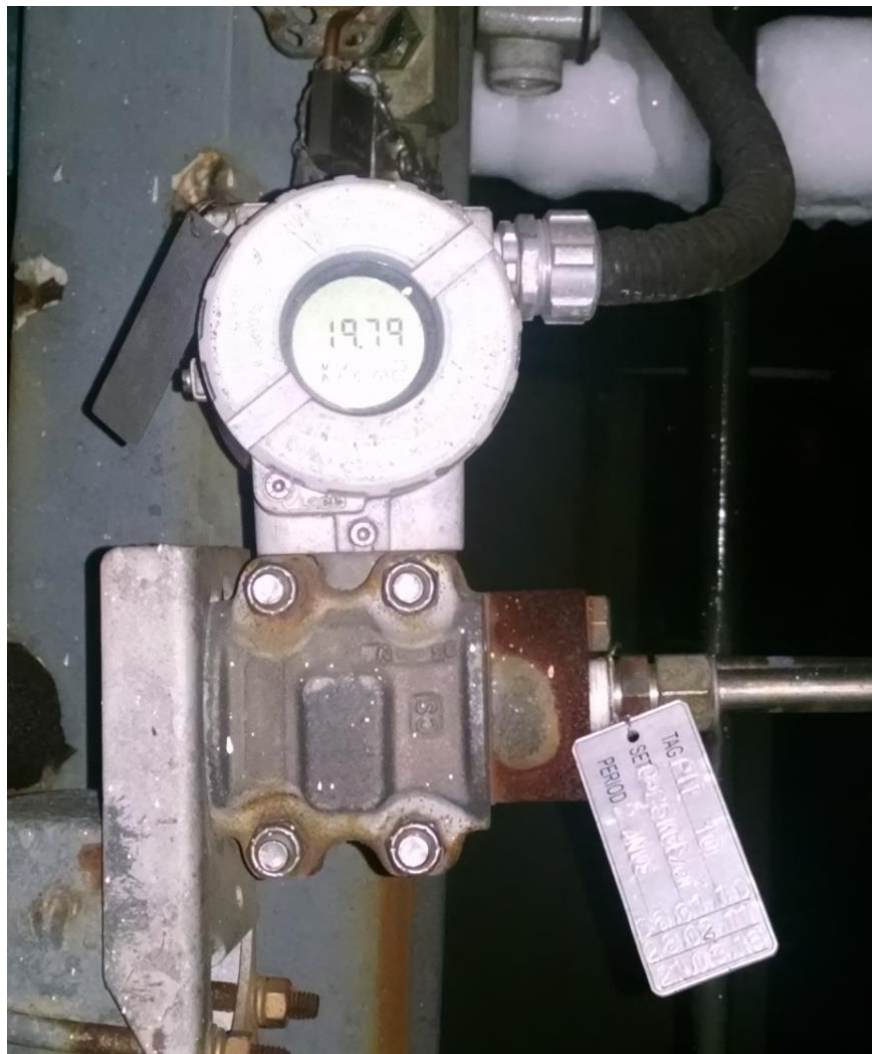


Figura 17 - Transmissor de Pressão
Fonte: O Autor.

Os resultados foram divididos por grupos e tanques A, B, C, D, E, para melhor compreensão das não conformidades referente a cada item da norma regulamentadora NR-13, ficando estabelecido o limite entre os pontos 0 e 1, sendo o ponto (0) para conformidade e o ponto (1) para não conformidade.

Para os itens da Disposição Geral foram encontradas seis não conformidades, divididas como segue:

No item 13.5.1.5, além da placa de identificação, deve constar, em local visível, a categoria do vaso, conforme item 13.5.1.2, e seu número ou código de identificação. Onde os tanques A, B, C e E não apresentavam a placa;

No item 13.5.6.b, referente ao registro de segurança, em conformidade com o item 13.5.1.8, não foi evidenciado no tanque E;

E finalmente no Item 13.3.6.d, referente ao projeto de alteração ou reparo, em conformidade com os itens 13.3.6 e 13.3.7, não foram evidenciados no tanque D. (FIGURA 18).

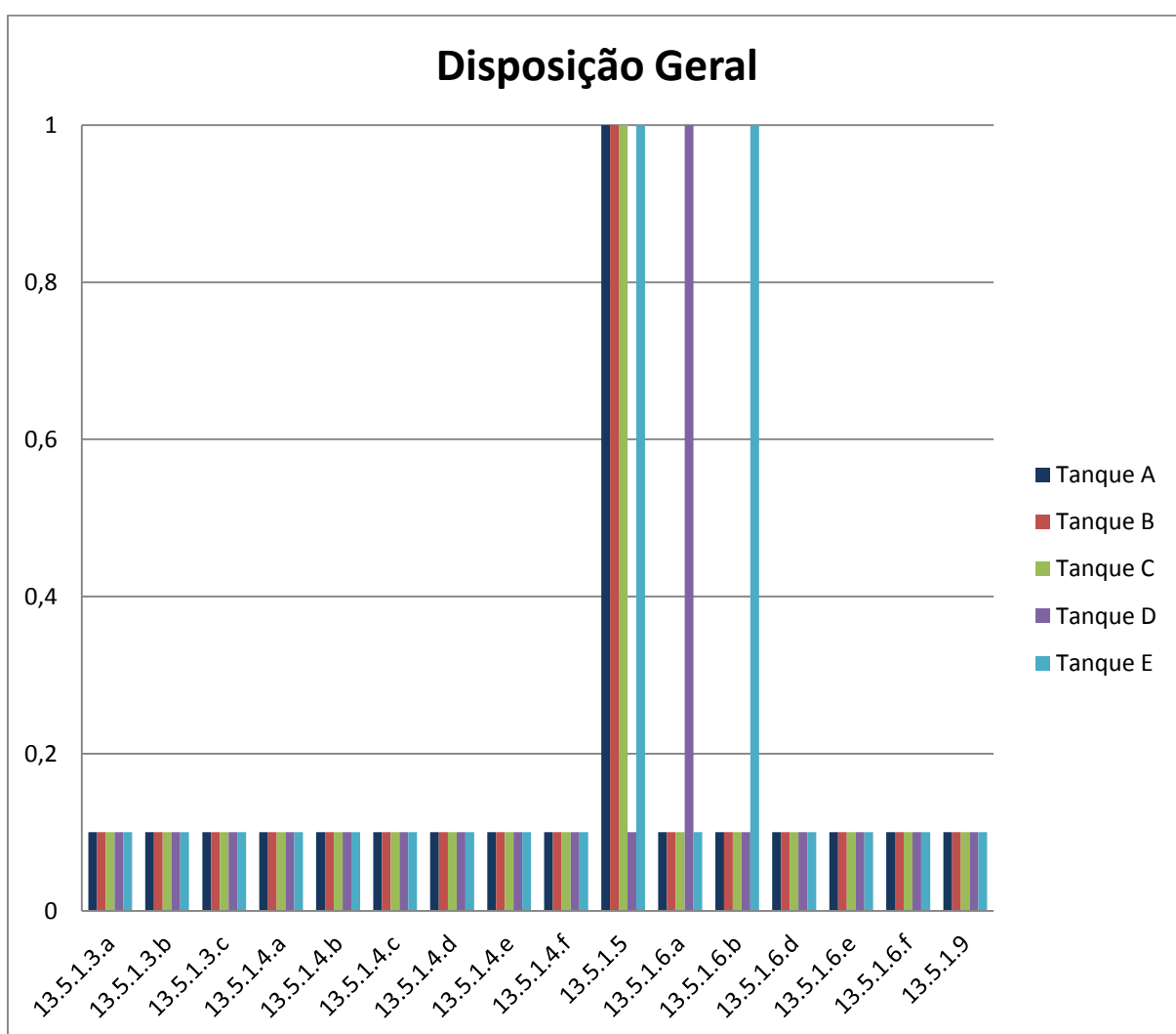


Figura 18 - Disposição Geral

Fonte: O Autor.

Para as instalações dos vasos de pressão não foram encontradas não conformidades. (FIGURA 19).

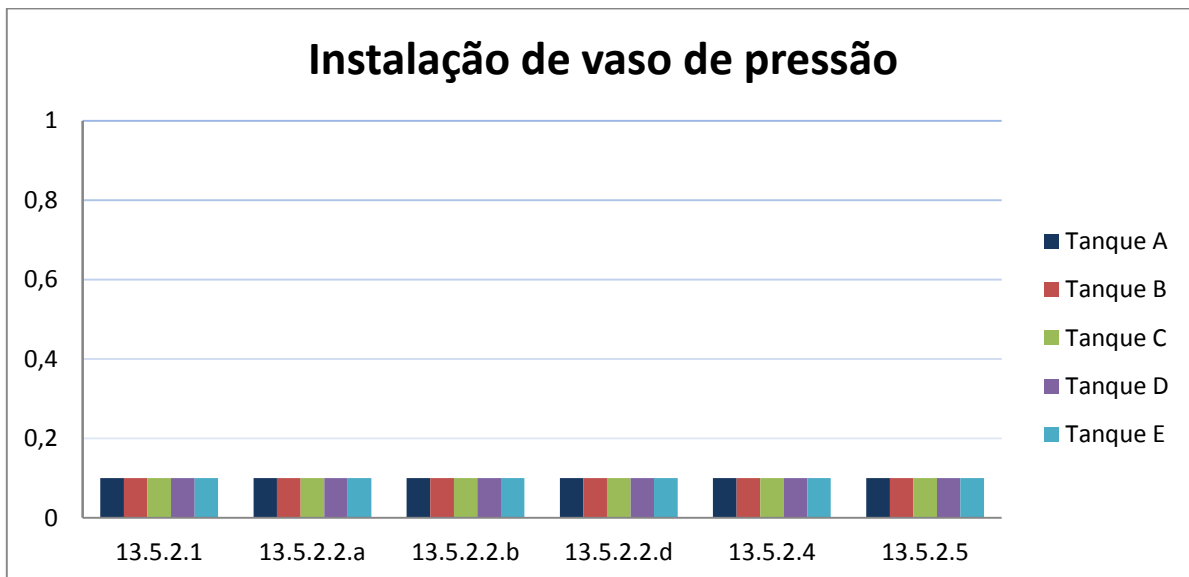


Figura 19 - Instalação de vaso de pressão
Fonte: O Autor.

Para a segurança na operação dos vasos de pressão, não foram encontradas não conformidades. (FIGURA 20)

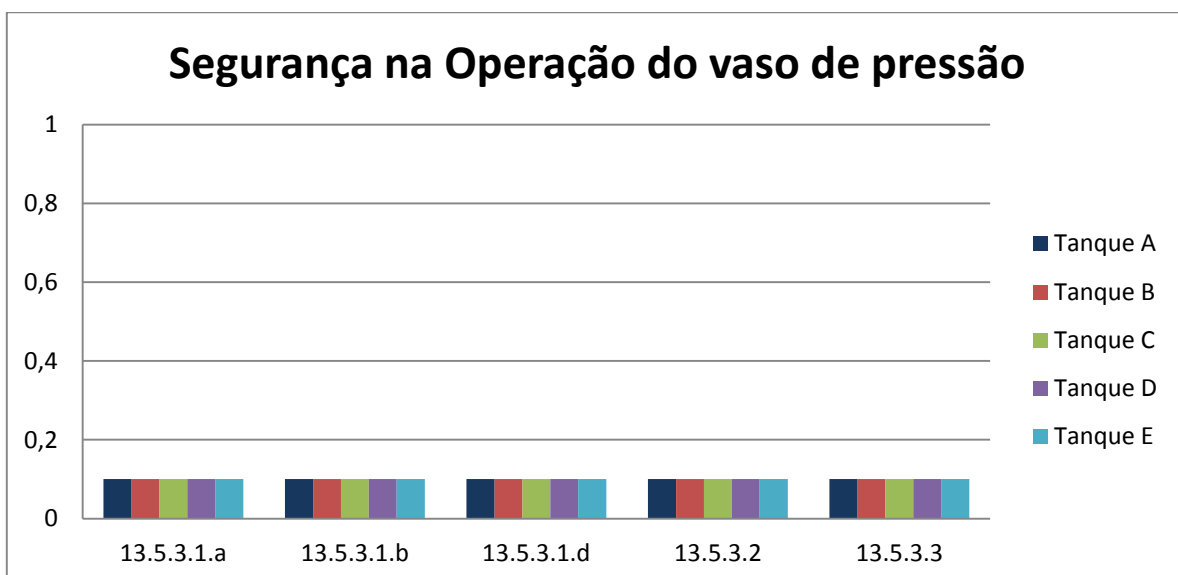


Figura 20 - Segurança na operação de vaso de pressão
Fonte: O Autor.

Para a inspeção de segurança no vaso de pressão não foram encontradas não conformidades. (FIGURA 21).

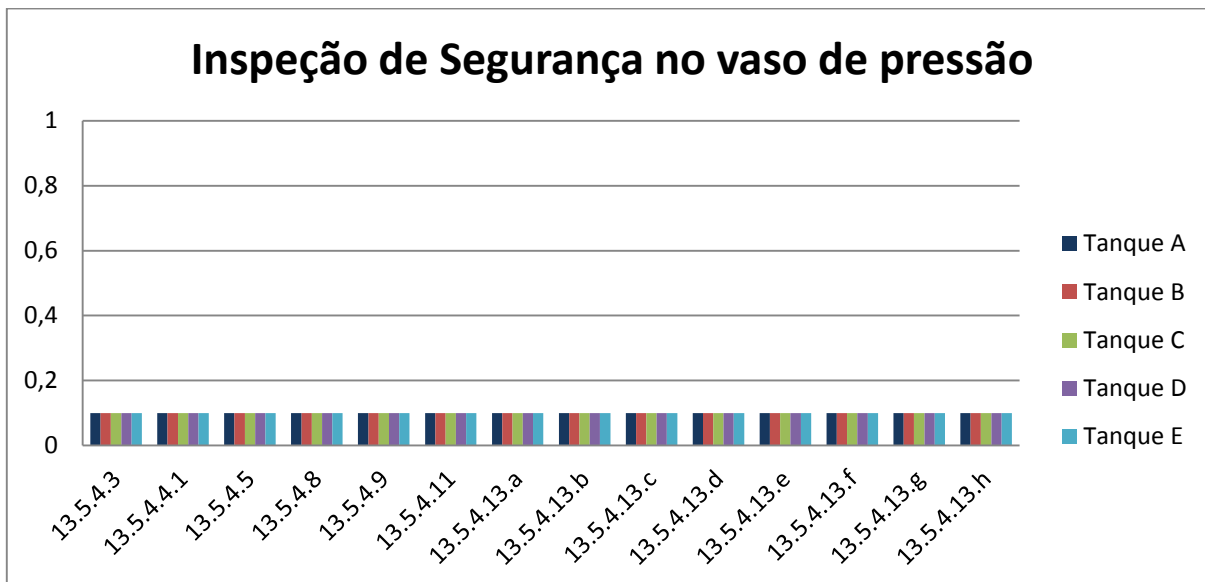


Figura 21 - Inspeção de segurança no vaso de pressão
Fonte: O Autor.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise do *checklist* dos cinco tanques, de dióxido de carbono líquido, da região de Araucária, que foram compilados e apresentados nos gráficos, mostrou que as não conformidades dos tanques se apresentaram somente nos itens da disposição geral, confirmando que a conservação estética dos vasos está precária.

Os tanques A, B, C e E, apresentaram não conformidade no item 13.5.1.5 da NR-13 que diz que “Além da placa de identificação, deve constar em local visível, a categoria do vaso, conforme item 13.5.1.2 e seu número ou código de identificação”.

O tanque D apresentou não conformidade no item 13.5.1.6.a que se refere ao prontuário de vaso de pressão a ser fornecido pelo fabricante, e também no item 13.5.1.6.d que fala sobre o projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3. e 13.3.7.

O equipamento do tanque E não possui prontuário, somente desenho original do fabricante, onde o mesmo possui informações de material de construção, dimensões e pressões de teste e trabalho.

Conforme o item 13.5.1.6.a da NR-13: “Todo vaso de pressão deve possuir no estabelecimento onde estiver instalado a seguinte documentação devidamente atualizada:

Prontuário do Vaso de Pressão, a ser fornecido pelo fabricante, contendo as seguintes informações:

- Código de projeto e ano de edição;
- Especificação dos materiais;
- Procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final e determinação da PMTA;
- Conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil;
- Características funcionais;
- Dados dos dispositivos de segurança;
- Ano de fabricação;
- Categoria do vaso.

Além de apresentar não conformidade no item 13.5.1.5 da NR-13, “Além da placa de identificação, deve constar em local visível, a categoria do vaso, conforme item 13.5.1.2 e seu número ou código de identificação”. Como também no item 13.5.1.6.b.

5 CONCLUSÃO

Com aplicação do *checklist* baseado na NR-13, onde foram percebidos que os itens de segurança, no tocante ao prazo de validade de calibração dos transmissores de pressão e válvulas de pressão, como controle de nível, estão todos em dia e atendendo à NR-13; a empresa possui um sistema automático de ordem de serviço para calibração das válvulas, e todos os itens de segurança na área de inspeção e operação, atendem na íntegra a norma regulamentadora NR-13; na inspeção observou-se que devido aos vasos estarem a céu aberto havia acúmulo excessivo de sujeira, comprometendo o aspecto estético das válvulas e tanques.

Os testes hidrostáticos e sua validade atenderam à NR-13, como também os cálculos de abertura de pressão da válvula de segurança. Os prontuários e suas anotações encontram-se em local de fácil acesso para consulta, e comentários sobre a situação dos vasos são atualizados anualmente.

A não conformidade dos tanques D e E, refere – se à falta de documentação, e é tida como um item grave e de risco eminente, pois, os vasos não estão operando em conformidade com a norma regulamentadora NR-13.

Na disposição geral, a documentação dos tanques D e E, não estão em conformidade com a norma regulamentadora NR-13, nos itens disposição geral, referente aos prontuários e registros de segurança.

Considera-se relevante a recomendação para a empresa entrar em contato com o fabricante do vaso D, para adquirir o prontuário pendente, regularizando sua não conformidade, e, para o vaso E recomenda-se comprar um livro de registro de segurança, com páginas numeradas, para anotação de eventuais mudanças que possam existir, tais como alteração da pressão de trabalho ou dispositivo substituído.

Os vasos chamados de tanque D e tanque E, estão sem conformidades, minimizando os riscos de acidentes para trabalhadores e conservando as instalações da empresa.

No item 13.5.1.5 a não conformidade nos tanques A, B, C, E foi a falta da categoria do vaso, onde essas identificações estavam nos prontuários, sendo

recomendada à empresa colocar próximo à placa de identificação, para padronizar com o tanque D.

REFERÊNCIAS

ARLINGTON, V. **Handbook of Compressed**. Printed in Van Nostrand Einhold, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15417: Vaso de pressão- Inspeção de segurança em serviço, 2006.

BEGA, E.A.; DELMÉE, G.J.; COHN, P.E.; BULGARELLI, R.; KOCH, R.; FINKEL, V. S. **Instrumentação Industrial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda., 2011.

CAMPOS, M.M.; TEIXEIRA, H.C. **Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

CAMPOS, M.A. de. **Estudos das instalações e operações de caldeira e vaso de pressão de uma instituição hospitalar, sobre análise de NR 13**. Monografia de especialização. Criciúma: UNESC, 2011.

CONERGE INSPEÇÃO & ENGENHARIA. Acidentes. Disponível em <http://www.conerge-engenharia.com.br/publico/noticia.php?codigo=4288cod_menu=428> Acesso em 25 set. 2014.

CONMETRO – CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Resolução nº 07, de 24 de Agosto de 1992. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000017.pdf>> Acesso em: 20 set. 2014.

CORREIO DA AMAZONIA. **Notícias da Amazônia**. Disponível em <<http://www.correiodaamazonia.com.br/caminhao-da-white-martins-com-nitrogenio-explode-e-fere-cinco-pessoas>> Acesso em: 09 out. 2014.

FISQP-4574-J. Dióxido de Carbono, Comprimido. Disponível em <<http://www.proplad.ufu.br/sites/proplad.ufu.br/files/GasesEsp-DioxidoCarbono-FISPQ-4574.pdf>> Acesso em: 25 nov. 2014.

FISQP-4573-D. Dióxido de Carbono, Comprimido. Disponível em

<[http://www.medigas.com/sa/br/WMSEGPOR.NSF/43419c9f92323ddf83257a8c004a0d1e/fa585b4c5c5d304283256b280049ef01/\\$FILE/P4573.pdf](http://www.medigas.com/sa/br/WMSEGPOR.NSF/43419c9f92323ddf83257a8c004a0d1e/fa585b4c5c5d304283256b280049ef01/$FILE/P4573.pdf)> Acesso em: 25 nov. 2014.

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm> Acesso em: 09 out. 2014.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PEREIRA FILHO, J.dos S. **Análise de efeitos de teste hidrostáticos em vaso de pressão**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2004.

PORTAL DO MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808147596147014764A4E1D14497/NR-13%20\(Atualizada%202014\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808147596147014764A4E1D14497/NR-13%20(Atualizada%202014).pdf)> Acesso em: 25 set. 2014.

SANTOS, J.A.; PARRA FILHO, D. **Metodologia Científica**. São Paulo: Futura, 1998.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M.. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

TELLES, P.C. S. **Vaso de Pressão**. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

APÊNDICE A - CHECKLIST

Este *checklist* foi aplicado em 5 vasos de pressão que foram chamados de tanques A, B, C, D, E.


Norma	Descrição	Conformidade	Não conformidade	Observação
13.5.1.3.a	a) válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura igual ou inferior a PMTA, instalado diretamente no vaso ou no sistema que inclui	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.3.b	b) meios utilizados contra o bloqueio inadvertido de dispositivo de segurança quando este não estiver instalado diretamente no vaso	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.3.c	c) instrumento que indique a pressão de operação, instalado diretamente no vaso ou no sistema que o contenha.	A,B,C,D,E	-	Transmissor de pressão
13.5.1.4.a	Todo vaso de pressão deve ter afixado em seu corpo, em local de fácil acesso e bem visível, placa de identificação indelével com, no mínimo, as seguintes informações:a) fabricante	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.4.b	b) número de identificação	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.4.c	c) ano de fabricação	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.4.d	d) pressão máxima de trabalho admissível	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.4.e	e) pressão de teste hidrostático	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.4.f	f) código de projeto e ano de edição	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.5	Além da placa de identificação, deve constar, em local visível, a categoria do vaso, conforme item 13.5.1.2, e seu número ou código de identificação.	D	A,B,C,E	Foi encontrado nos livros as placas, mas não estavam nos vasos
13.5.1.6.a	Prontuário do vaso de pressão a ser fornecido pelo 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; conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil; pressão máxima de operação; registros documentais do teste hidrostático; características funcionais, atualizadas pelo empregador sempre que alteradas as originais; dados dos dispositivos de segurança, atualizados pelo empregador sempre que alterados os originais; ano de fabricação; - Categoria do vaso, atualizada pelo empregador sempre que alterada a original.	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.6.b	b) registro de Segurança em conformidade com o item 13.5.1.8;	A,B,C,D	E	ausente

Norma	Descrição	Conformidade	Não conformidade	Observação
13.5.1.6.d	d) projeto de alteração ou reparo em conformidade com os itens 13.3.6 e 13.3.7;	A,B,C,E	D	ausente
13.5.1.6.e	e) relatórios de inspeção em conformidade com o item 13.5.4.13;	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.6.f	f) certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável.	A,B,C,D,E	-	
13.5.1.9	A documentação referida no item 13.5.1.6 deve estar sempre à disposição para consulta dos operadores, do pessoal de Prevenção de Acidentes - CIPA, devendo o empregador assegurar pleno acesso a essa documentação inclusive à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento, quando formalmente solicitado. manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na Comissão Interna de	A,B,C,D,E	-	
13.5.2.1	Todo vaso de pressão deve ser instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, sejam facilmente acessíveis	A,B,C,D,E	-	
13.5.2.2.a	a) dispor de pelo menos 2 (duas) saídas amplas, permanentes desobstruídas, sinalizadas e dispostas em direções distintas	A,B,C,D,E	-	
13.5.2.2.b	b) dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação, sendo, que, para guarda-corpos vazados, os vão devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;	A,B,C,D,E	-	
13.5.2.2.d	d) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;	A,B,C,D,E	-	
13.5.2.4	A autoria do projeto de instalação de vasos de pressão enquadrados nas categorias I, II e III, conforme item 13.5.1.2, 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 segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.	A,B,C,D,E	-	
13.5.2.5	O projeto de instalação deve conter pelo menos a planta baixa do estabelecimento, com o posicionamento e a	A,B,C,D,E	-	
13.5.3.1.a	a) procedimentos de partida e parada	A,B,C,D,E	-	
13.5.3.1.b	b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;	A,B,C,D,E	-	
13.5.3.1.d	d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio	A,B,C,D,E	-	
13.5.3.2	Os instrumentos e controles de vasos de pressão devem ser mantidos calibrados e em boas condições operacionais	A,B,C,D,E	-	
13.5.3.3	A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categoria I e II deve ser efetuada por profissional capacitados conforme item , "B" do anexo I da nr	A,B,C,D,E	-	

Norma	Descrição	Conformidade	Não conformidade	Observação
13.5.4.3	Os vasos de pressão devem obrigatoriamente ser submetidos a Teste Hidrostático - TH em sua fase de fabricação, com comprovação por meio de laudo assinado por PH, e ter o valor da pressão de teste afixado em sua placa de identificação.	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.4.1	Deve ser anotada no Registro de Segurança a data da instalação do vaso de pressão a partir da qual se inicia a contagem do prazo para a inspeção de segurança periódica	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.5	A inspeção de segurança periódica, constituída por exames externo e interno,obedecem aos seguintes prazos máximos estabelecidos pela norma	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.8	Vasos de pressão com temperatura de operação inferior a 0 °C (zero grau Celsius) e que operem em condições nas quais a experiência mostre que não ocorre deterioração devem ser submetidos a exame interno a cada 20 (vinte) anos e exame externo a cada 2 (dois) anos.	A,B,C,D,E	-	Para o vaso A,B,C a data limite de exame interno é para 06/2020. Para o vaso E a data limite de exame é 04/2022. Para o vaso D a data limite do exame interno é 10/2016
13.5.4.9	As válvulas de segurança dos vasos de pressão devem ser desmontadas, inspeccionadas e calibradas com prazo adequado à sua manutenção, porém, não superior ao previsto para a inspeção de segurança periódica interna dos vasos de pressão por elas protegidos.	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.11	A inspeção de segurança deve ser realizada sob a responsabilidade técnica de PH	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.a	O relatório de inspeção, mencionado no item 13.5.1.6, alínea "e", deve ser elaborado em páginas numeradas, contendo no mínimo: a) identificação do vaso de pressão;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.b	b) fluidos de serviço e categoria do vaso de pressão;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.c	c) tipo do vaso de pressão;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.d	d) data de início e término da inspeção;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.e	e) tipo de inspeção executada;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.f	f) descrição dos exames e testes executados;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.g	g) resultado das inspeções e intervenções executadas;	A,B,C,D,E	-	
13.5.4.13.h	h) parecer conclusivo quanto a integridade do vaso de pressão até a próxima inspeção;	A,B,C,D,E	-	

APÊNDICE B – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado de Calibração uma das válvulas de segurança dos tanques A, todos os tanques foram evidenciados esse tipo de certificado.

		CALIBRAÇÃO DE VÁLVULAS DE SEGURANÇA E/OU ALÍVIO			
Nº CERT: 005-2010					
DADOS DA VÁLVULA					
CLIENTE:					
TAG:	PSV-41 B	SERVIÇO:	SEGURANÇA DE TANQUE LQ-885		
FABRICANTE:	FARRIS	ORIFÍCIO:	M	Nº de SÉRIE:	2563-BA-10
TIPO / MODELO:	26MC12-120	CAP. DESC.:	1680 kg/h	CONTRA PRESSÃO	ATM
FLUÍDO:	CO ₂	TEMP. DE OP.:	AMB	CONEXÃO:	FLANGEADA
PRESS. DE OPERAÇÃO:	19,4 Kgf/cm ²	ENTRADA DN:	4"	SAÍDA DN:	6" CLASSE: 300#
MATERIAL					
DO CORPO:	A 216 WCB	DO CASTELO:	A 216 WCB	DA MOLA:	A.C. CADMIADO
DO DISCO:	AISI 316+NITRILICA	DO BOCAL:	AISI 316	DA HASTE:	AISI 410
DO FOLE:	N/A	DO GULA:	AISI 316	DO SUP. DISCO:	AISI 316
PRESSÃO DE AJUSTE DA MOLA SET POINT:	21,0 Kgf/cm ²		TOLERÂNCIA:	0,6 Kgf/cm ²	
VAZAMENTO PERMISSÍVEL A 90% DA PRESSÃO DE AJUSTE:	18,9 Kgf/cm ²		BOLHAS/min:	20	
ENSAIO DE RECEPÇÃO					
SET POINT	TOLERÂNCIA	ABERTURA	FECHAMENTO	FLUÍDO	VAZAMENTO
21,0 Kgf/cm ²	20,3 ~ 21,3 Kgf/cm ²	21,3 Kgf/cm ²	20,0 Kgf/cm ²	GÁS	SIM
RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO					
LAPIDADO BOCAL, SUBSTITUIDO REPAROS DE VEDAÇÃO, CONFERIDO EMPENO DA HASTE, RECUPERADO GUIAS, JATEAMENTO E PINTURA.					
TESTE FINAL					
SET POINT	TOLERÂNCIA	ABERTURA	FECHAMENTO	FLUÍDO	VAZAMENTO
21,0 Kgf/cm ²	20,3 ~ 21,3 Kgf/cm ²	21,0 Kgf/cm ²	20,1 Kgf/cm ²	GÁS	0
INSPEÇÃO FINAL:	APROVADO: (X)		REPROVADO: ()		
1º INSTRUMENTO PADRÃO UTILIZADO					
TAG:	ST-2021	ESCALA/RANGE:	0 – 60 Kgf/cm ²	SÉRIE:	72103
Nº DO CERTIFICADO:	65772/09	EMITENTE:	ABSI	VALIDADE CERTIFICADO:	23/03/10
2º INSTRUMENTO PADRÃO UTILIZADO					
TAG:	ST-2035	ESCALA/RANGE:	0 – 60 Kgf/cm ²	SÉRIE:	123730
Nº DO CERTIFICADO:	66290/09	EMITENTE:	ABSI	VALIDADE CERTIFICADO:	23/04/10
TÊC. EXECUTANTE	RESP. TÉCNICO	CLIENTE	DATA		
			21/01/10		
"ANÁLISE CRÍTICA OK"					