

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

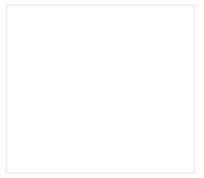
ROGÉRIO FABIANO ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA NR – 13 EM VASOS DE PRESSÃO: ESTUDO DE CASO EM
TANQUES CRIOGÊNICOS EM QUATRO INDÚSTRIAS DE CURITIBA - PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2014

ROGÉRIO FABIANO ALMEIDA

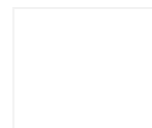


**APLICAÇÃO DA NR – 13 EM VASOS DE PRESSÃO: ESTUDO DE CASO EM
TANQUES CRIOGÊNICOS EM QUATRO INDÚSTRIAS DE CURITIBA - PR**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Profº Drº Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA
2014



ROGÉRIO FABIANO ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA NR – 13 EM VASOS DE PRESSÃO: ESTUDO DE
CASO EM TANQUES CRIOGÊNICOS EM QUATRO INDÚSTRIAS DE
CURITIBA - PR**

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:

Banca:

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

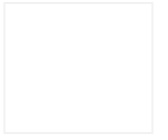
Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

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

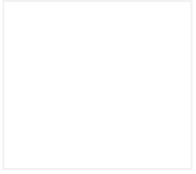
Prof. Dr. Ronaldo L. dos Santos Izzo
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2014

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

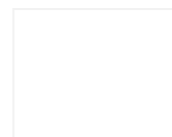


Dedico este estudo a minha mãe e ao meu pai pelo apoio incondicional



AGRADECIMENTOS

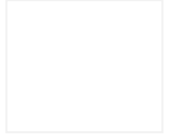
Agradeço acima de tudo à Deus.



RESUMO

O objetivo geral deste estudo é avaliar as condições de instalação, operação e manutenção de quatro tanques criogênicos localizados em empresas situadas no município de Curitiba – PR tendo como referencia a NR - 13. O procedimento consistiu em vistoriar o local de instalação dos tanques criogênicos onde foi aplicado check list e de forma a documentar visualmente os achados foram realizadas imagens dos itens utilizando-se equipamento fotográfico. Como resultado da pesquisa de campo, não conformidades foram apontadas, contrariando o preconizado pela NR – 13. Observou-se a utilização e a manutenção de dispositivos de segurança e também a realização de manutenções periódicas, fatores estes importantes para a prevenção de acidentes.

Palavras-chave: vasos de pressão, tanques criogênicos, NR – 13, inspeção de segurança.



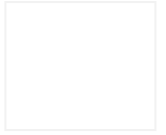
ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the conditions of installation, operation and maintenance of four cryogenic tanks located in companies located in the city of Curitiba - PR taking as reference the NR - 13. Inspect The procedure consisted of the installation location of the cryogenic tanks where check list and was applied in order to visually document the findings of the items images using photographic equipment were performed. As a result of field research, non-compliances were identified, against the criteria of the NR - 13. Observed the use and maintenance of security devices and also performing periodic maintenance, factors important for the prevention of accidents.

Keywords: pressure vessels, cryogenic tanks, NR - 13, safety inspection.

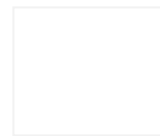
LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Teste Hidrostático	24
Figura 2 –	Dispositivo de Alívio de Pressão	26
Figura 3 –	Manômetro	27
Figura 4 –	Tanque criogênico	32
Figura 5 –	Dispositivos de segurança do tanque criogênico	33
Figura 6 –	Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio	36
Figura 7 –	Dispositivo de segurança (válvulas)	37
Figura 8 –	Manômetro indicando a pressão de operação no tanque de Oxigênio	38
Figura 9 –	Etiqueta colada no tanque de oxigênio	39
Figura 10 –	Placa de identificação	40
Figura 11 –	Localização do tanque criogênico	41
Figura 12 –	Placa comprovando a realização de inspeção de segurança ..	42
Figura 13 –	Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio	44
Figura 14 –	Manômetro	44
Figura 15 –	Válvulas de pressão	45
Figura 16 –	Placa de identificação	46
Figura 17 –	Localização do tanque criogênico	46
Figura 18 –	Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio	48
Figura 19 –	Manômetro	49
Figura 20 –	Válvula de pressão	49
Figura 21 –	Placa de identificação	50
Figura 22 –	Etiqueta contendo a informação da categoria do vaso de pressão	50
Figura 23 –	Localização do tanque criogênico	51
Figura 24 –	Placa informando a realização de inspeção periódica	51
Figura 25 –	Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio	53
Figura 26 –	Manômetro	54
Figura 27 –	Válvula de pressão	54
Figura 28 –	Placa de identificação	55
Figura 29 –	Etiqueta contendo a informação da categoria do vaso de pressão e seu número ou código de identificação	55
Figura 30 –	Localização do vaso de pressão	56
Figura 31 –	Placa informando a realização de inspeção periódica	56
Figura 32 –	Gráfico das condições dos tanques criogênicos checados	58



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Categorias de vasos de pressão	15
------------	--------------------------------------	----



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Prazos de inspeção de segurança periódica para empresas que não tenham serviço próprio de inspeção de equipamentos em relação a categoria do vaso	20
Quadro 2 –	Prazos de inspeção de segurança periódica para empresas que tenham serviço próprio de inspeção de equipamentos em relação a categoria do vaso	20
Quadro 3 –	Não conformidades empresa 1	42
Quadro 4 –	Não conformidades empresa 2	47
Quadro 5 –	Não conformidades empresa 3	52
Quadro 6 –	Não conformidades empresa 4.....	57



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 VASOS DE PRESSÃO	14
2.1.1 Aplicações	16
2.1.2 Instalação de Vasos de Pressão	17
2.1.2 Razões para Inspeção	19
2.1.3 Causas de Deterioração e Avarias	23
2.1.4 Teste Hidrostático	23
2.1.5 Dispositivos de Alívio de Pressão	25
2.1.6 Manômetro	26
2.1.6 Documentação	27
2.2 TANQUES CRIOGÊNICOS	29
2.3 A NR – 13	34
3 METODOLOGIA	35
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.1 EMPRESA 1	34
4.2 EMPRESA 2	43
4.3 EMPRESA 3	48
4.4 EMPRESA 4	53
4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	58
5 CONCLUSÕES	60
6 REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – Check list baseado na NR – 13	62

1 INTRODUÇÃO

Segundo coloca Campos (2011) atualmente no Brasil mesmo em face do expressivo desenvolvimento das práticas relacionadas à questão da segurança do trabalho, ainda pode-se notar algumas dificuldades ao tratar desta questão, especialmente no aspecto normativo, ações preventivas aos possíveis riscos que as atividades laborais apresentam. Contudo, inúmeras mudanças têm ocorrido no ambiente de trabalho e no posicionamento dos trabalhadores diante de suas atividades. Este fato se deve a criação e aprovação de leis mais severas, contudo em alguns casos esta normatização só é colocada em prática quando existe exigência por parte dos órgãos legisladores.

Para Dutra et al. (2006) no caso de caldeiras, vasos de pressão e outros equipamentos cuja operação é feita sob pressão então necessitam contar com dispositivos de segurança e também por causa disso precisam submeter-se de maneira regular à inspeções de segurança normatizadas. Paralelamente o empregador tem a incumbência de cuidar da integridade física de seus empregados, o que demanda na adoção de medidas preventivas, manutenção dos equipamentos e treinamentos destes para lidar com estes equipamentos.

Diante disso fica clara a ideia de que o fator fundamental e da maior importância para a segurança das atividades que englobam o manejo destes equipamentos é que sejam cumpridas as normas legais em vigor que, além de outros requisitos operacionais, determinam a qualificação do profissional do operador e as inspeções regulares. O atendimento das normas e da legislação assegura ao gestor das empresas a segurança do processo para trabalhadores e a boa conservação dos equipamentos, trazendo tranquilidade aos trabalhadores e vida útil longa para o equipamento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as condições de instalação, operação e manutenção de quatro tanques criogênicos localizados em empresas situadas no município de Curitiba – PR tendo como referencia a NR - 13.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Aplicar check-list com o suporte da NR – 13 para analisar as condições de instalação e condições gerais de usabilidade de quatro tanques criogênicos localizados em empresas de Curitiba.
- Constatar as principais não conformidades.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Campos (2011) os vasos de pressão, aqui representados pelos tanques criogênicos, operam com pressões maiores que a pressão atmosférica e devido a isso, sua operação representa um risco iminente onde qualquer erro pode ter consequências potencialmente desastrosas. No caso de episódios com acidentes podem ocorrer vítimas fatais. Por isso as empresas que utilizam esses equipamentos em suas atividades precisam seguir os procedimentos obrigatórios impostos pela Norma Regulamentadora - NR 13 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT que disponibiliza orientações indispensáveis e específicas para garantir a segurança do processo de operação, instalação e manutenção.

A NR-13 tem sua aplicabilidade para caldeiras e vasos de pressão, e conseqüentemente a tanques criogênicos, instalados em empresas industriais, e outros estabelecimentos públicos ou privados, como por exemplo, hotéis, hospitais, restaurantes, lavanderias industriais, entre outros. As indicações trazidas pela NR 13 são preventivas visando evitar danos ao ser humano e às instalações em termos de disposição sobre inspeções periódicas, dispositivos de segurança, identidades, registros e documentos, projeto de instalação, manutenções preventivas e

habilitação dos profissionais que operam estes equipamentos, entre outros predisposições. Desta forma, esta pesquisa tem como escopo realizar a verificação das condições de instalação e manutenção destes equipamentos em empresas industriais, tomando como base a norma regulamentadora específica para este caso (BRASIL, 2006).

Segundo Alberichi (2013) ultimamente pode-se observar um crescimento nas práticas relacionadas à segurança do trabalho no setor industrial no mundo e especialmente no Brasil. Contudo, pode-se identificar enormes dificuldades em trabalhar com alguns temas particulares, quando se relacionam com ações de prevenção dos riscos oferecidos por cada atividade de trabalho. O desenvolvimento das práticas relacionadas à segurança do trabalho ganhou reforço positivo com a criação e aprovação de leis mais rigorosas que em muitos casos só são aplicadas por causa das possíveis fiscalizações e ações concretas dos órgãos responsáveis. Mesmo em face ao desenvolvimento do setor normativo, no quesito da legislação de segurança do trabalho, ainda pode-se encontrar algumas brechas a serem completadas, normas a serem criadas ou atualizadas, como o caso da própria NR 13, necessidade de fiscalizações mais eficazes e assíduas, e especialmente mais comprometimento e responsabilidade das empresas que colocam seus trabalhadores expostos a riscos de acidentes, assim é necessário que se estude mais sobre este tipo de equipamento que é bastante utilizado nas indústrias, hospitais, etc., por isso, justifica-se este estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este item apresentará os conceitos relacionados com vasos de pressão, tanques criogênicos e as instruções da NR – 13.

2.1 VASOS DE PRESSÃO

Para Campos (2011) pode-se definir vasos de pressão como todo reservatórios, de qualquer tipo, tamanhos ou utilizações que não propagam chama e são essenciais nos processos industriais, contendo fluidos e projetados para aguentar com segurança a pressões internas distintas da pressão atmosférica, ou que sejam submetidos à pressão externa.

De acordo com Telles (1996) o nome vaso de pressão designa genericamente todos os recipientes estanques, de qualquer tipo, dimensões, formato e finalidade, capazes de conter um fluido pressurizado. Entre os mais variados exemplos estão: aquecedores, resfriadores, condensadores, caldeiras, torres de destilação, entre outros.

Corroborando Pereira Filho (2004, p. 1) coloca que:

Vasos de pressão são equipamentos que armazenam fluidos pressurizados, objetivando atender a finalidades diversas na indústria de processamento contínuo, como a indústria química, a petroquímica, de petróleo, ou ainda na área nuclear, na indústria de alimentos, na geração de energia, etc. São diversas as aplicações de vasos de pressão, que assumem formas e tamanhos bastante variados em virtude da sua função precípua, que é a de contenção de um fluido pressurizado, sem que apresente vazamento.

A NR – 13 caracteriza vaso de pressão como sendo um equipamento que contém fluido sob pressão interna ou externa, definido no Anexo III da NR-13. Conforme o Anexo III da NR-13 são considerados vasos de pressão (BRASIL, 2006, p. 112):

- a) Qualquer vaso cujo produto 'P.V' seja superior a oito onde 'P' é a máxima pressão de operação em kPa, e 'V', o seu volume geométrico interno em m³ incluindo:
- permutadores de calor, evaporadores e similares;
 - vasos de pressão ou partes sujeitas a chama direta que não estejam dentro do escopo de outras NRs, nem do item 13.1 desta NR;
 - vasos de pressão encamisados, incluindo refervedores e reatores;
 - autoclaves e caldeiras de fluido térmico que não o vaporizem.

b) Vasos que contenham fluido da classe 'A', especificados no Anexo IV, independentemente das dimensões e do produto 'P.V'.

A referida norma faz a categorização dos vasos de pressão em termos da classe de fluido conforme Tabela 1:

Classe de fluido	1 P.V \geq 100	2 P.V < 100 P.V \geq 30	3 P.V < 30 P.V \geq 2,5	4 P.V < 2,5 P.V \geq 1	5 P.V < 1
	Categorias				
"A" Inflamáveis Combustível com temperatura igual ou superior a 200°C Tóxico com limite de tolerância \leq 20ppm Hidrogênio • Acetileno	I	I	II	III	III
"B" Combustível com temperatura menor que 200°C • Tóxico com limite de tolerância > 20ppm	I	II	III	IV	V
"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

Tabela 1 – Categorias de vasos de pressão

Fonte: Brasil (2006, p. 118-119).

Conforme coloca Telles (1996) em todos os vasos de pressão existe sempre um invólucro estanque externo, dominada "parede de pressão" do vaso. O invólucro pode ser simples ou múltiplo e também variar seu formato e dimensão. Essa variação se dá devido ao uso do equipamento. A parede de pressão do vaso é composta do casco e dos tampos de fechamento. O casco dos vasos de pressão tem sempre o formato de uma superfície de revolução.

Pelo que expõe a NR – 13 os vasos de pressão são equipamentos que se encontram continuamente submetidos tanto à pressão interna quanto à pressão externa. Até os vasos de pressão que atuam com vácuo se encontram submetidos a essas pressões já que não se pode supor um vácuo absoluto. Vale ressaltar que de

maneira usual designa-se vácuo qualquer pressão menor que a atmosférica. Dimensiona-se os vasos de pressão levando em consideração a pressão diferencial que resulta da atuação sobre as paredes, podendo ser maior interna ou externamente (BRASIL, 2006).

Por isso, segundo Dutra et al. (2006) a concepção, desenvolvimento e operação destes vasos abrangem inúmeros cuidados especiais e demanda que se conheça as normas e materiais apropriados para cada tipo de aproveitamento, porque os erros em vasos de pressão podem ocasionar decorrências desastrosas, podendo até causar mortes, e por isso consideram-se equipamentos que apresentam elevada periculosidade. Da mesma forma que as caldeiras, os vasos de pressão necessitam de múltiplos dispositivos de segurança, registros/documentações, qualificação profissional para operação, além de inspeções periódicas. As inspeções de segurança periódica se constituem por exame externo, interno e teste hidrostático, devendo ser desenvolvidas em prazos máximos estipulados pela legislação em vigor.

Conforme traz Brasil (2006), para a construção de vasos de pressão pode-se utilizar materiais e formatos geométricos variáveis conforme o tipo de utilização a que se prestam. Assim sendo, pode-se encontrar vasos de pressão esféricos, cilíndricos, cônicos, entre outros, e serem construídos com aço carbono, alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro e outros materiais.

2.1.1 Aplicações

Segundo coloca Santiago (s/d) com relação a aplicação, os vasos de pressão podem ser todos os reservatórios que se destinam a armazenamento e processamento por meio de transformações físicas ou químicas de líquidos e gases colocados sob pressão ou que se localizam em ambientes submetidos a vácuo total ou parcial. Pode-se igualmente conceituar os vasos de pressão como reservatórios de qualquer tipo, dimensões ou finalidade, não inflamáveis e que armazenem todo tipo de fluido em pressão manométrica igual ou maior que 1,02 kgf/cm² ou submetidos à pressão externa.

De acordo com o autor acima citado, os vasos de pressão são utilizados em três categorias diferentes:

- Armazenamento de gases sob pressão: os gases são contidos sob pressão para que este comporte grande peso em um volume pequeno em comparação a este peso.
- Acumulação intermediária de líquidos e gases: este processo sucede em sistemas onde é indispensável a armazenagem de líquidos ou gases entre etapas de um mesmo processo ou entre múltiplos processos diferenciados.
- Processamento de gases e líquidos: grande número de processos de transformação de líquidos e gases devem ser desenvolvidos sob pressão.

Ainda para Santiago (s/d) a construção de um vaso de pressão abrange uma relação de cuidados específicos que se referem a itens como projeto, fabricação, montagem e testes porque este equipamento traz consigo:

- Grande risco: porque de maneira geral atua submetido a grandes pressões e temperaturas altas.
- Alto investimento: constitui um equipamento de custo por unidade alto.
- Continuidade operacional: é necessário que seja operado em condições de segurança pelo maior período plausível, sem que seja necessário deter o equipamento para proceder a sua manutenção, diminuindo os custos de operação.

2.1.2 Instalação de Vasos de Pressão

Segundo o subitem 13.7.1 da NR 13 os vasos de pressão devem ter sua instalação feita de maneira que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, no caso de existirem, possam ser de fácil acesso (BRASIL, 2006).

Porque estes acessórios descritos acima, quando demandem a presença do trabalhador para opera-los, fazer a manutenção ou inspeção, devem possibilitar que o acesso seja facilitado e com nível de segurança adequado utilizando-se para tal, escadas, plataformas e outros que estejam em conformidade com as normas regulamentadoras afins.

De acordo com o subitem 13.7.2 no caso da necessidade de instalar vasos de pressão em ambientes confinados, a mesma deve atender os requisitos que são trazidos por Brasil (2006):

- Contar com ao menos duas saídas largas, permanentemente sem qualquer obstrução e localizadas em direções diferentes.
- Apresentar acesso facilitado e com segurança para que as atividades de manutenção, operação e inspeção sejam realizadas, contando desta forma, com guarda-corpos vazados, onde os houver, que apresentem vãos que tenham dimensões que previnam a queda de indivíduos.
- Dispor de ventilação permanente que apresentem entradas de ar que não possam ser impedidas.
- Contar com iluminação em conformidade com as normas oficiais em vigência.
- Ter sistema de iluminação de emergência.

Estes requisitos devem ser aplicados ao local onde será instalado o vaso de pressão e assim, o primeiro item determina que a área de processo ou ambiente onde este vaso esteja instalado deve apresentar duas saídas direcionadas distintamente uma da outra. O objetivo deste requisito, dessa forma, é impedir que, em casos de ocorrer um vazamento, incêndio ou qualquer outra chance de exposição dos operadores à risco, não haja o bloqueio destes indivíduos pelo fogo ou vazamento, tornado acessível sempre uma rota de fuga alternativa (BRASIL, 2006).

No caso do sistema de iluminação de emergência, entende-se que seja todo sistema de acionamento rápido a ser empregado nos casos de falha no fornecimento de energia elétrica, para que se possa manter de maneira adequada a iluminação dos pontos estratégicos à operação do vaso de pressão. De acordo com a NR 13 podem ser considerados como exemplos desses sistemas: lâmpadas ligadas a baterias com autocarregamento automático nos períodos de fornecimento normal, geradores movidos a vapor ou motores a combustão.

A referida norma preconiza que se o estabelecimento onde está localizado ou vai receber o vaso de pressão não possa atender às exigências estabelecidas ou atender a aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos tanto nas normas regulamentadoras, nas convenções ou mais disposições legais, será necessário quem elabore um projeto alternativo de instalação que contemple ações concretas para diminuição dos possíveis riscos (BRASIL, 2006).

É necessário que este projeto de instalação apresente pelo menos a planta baixa do estabelecimento com o posicionamento e a categoria de cada vaso de

pressão existente ou a ser instalado. Este documento precisa também dar a posição de instalações de segurança como por exemplo, extintores, sistemas de sprinklers, canhões de água, câmaras de espuma, hidrantes, entre outros.

Destaca a norma ainda que todos os documentos que constituem o referido projeto de instalação devem estar devidamente firmados por profissionais legalmente habilitados. Assim, quando uma instalação já existente não tiver os desenhos ou documentos citados ou não apresentar a identificação dos profissionais legalmente habilitados, o referido projeto deve ser refeito sob autoria de um Profissional Habilitado - PH (BRASIL, 2006).

2.1.2 Razões para Inspeção

Conforme a NR 13, subitem 13.10.2 os vasos de pressão precisam ser submetidos a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária, sendo que a inspeção de segurança inicial deve ser realizada em vasos novos antes que entre em funcionamento, no local definitivo de instalação, precisando contar com exame externo, interno e teste hidrostático (BRASIL, 2006).

Não são aceitos como inspeção de segurança inicial exames internos, externos e teste hidrostático realizados nas instalações do fabricante do vaso de pressão, porque esses exames são de grande importância e indispensáveis, contudo, não são considerados como inspeção de segurança inicial, devido ao fato de que seus componentes podem ser avariados durante o transporte, armazenamento e montagem no local definitivo. Assim, destaca-se o que frisa a norma, a inspeção de segurança inicial só pode ser feita quando o vaso de pressão já estiver instalado em seu espaço definitivo.

Segundo traz Brasil (2006) a inspeção de segurança periódica se constitui por exame externo, interno e teste hidrostático, obedecendo prazos máximos determinados estabelecidos nos seguintes casos:

- Para estabelecimentos que não tenham serviço próprio de inspeção de equipamentos, de acordo com o quadro 1 a seguir:

Categoria do Vaso	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
IV	4 anos	8 anos	16 anos
V	5 anos	10 anos	20 anos

Quadro 1 – Prazos de inspeção de segurança periódica para empresas que não tenham serviço próprio de inspeção de equipamentos em relação a categoria do vaso

Fonte: Brasil (2006, p. 100).

- Para estabelecimentos que tenham serviço próprio de inspeção de equipamentos, conforme quadro 2 a seguir:

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno	Teste Hidrostático
I	3 ano	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

Quadro 2 – Prazos de inspeção de segurança periódica para empresas que tenham serviço próprio de inspeção de equipamentos em relação a categoria do vaso

Fonte: Brasil (2006, p. 100).

A abrangência da inspeção de segurança periódica e as técnicas que devem ser empregadas podem ser definidas pelo PH baseado no histórico do vaso de pressão e nas normas técnicas em vigor (BRASIL, 2006).

Os prazos colocados nos quadros acima devem ser considerados como máximos e o prazo real fica a cargo do PH em relação a experiência anterior disponível, devendo ser contado partindo do último exame realizado no vaso de pressão.

A NR 13 não detalha os métodos ou procedimentos a serem utilizados para a realização da inspeção, devendo esta definição ficar por conta do PH que tomará como base os códigos e normas internacionalmente reconhecidos e conhecimentos de engenharia (BRASIL, 2006).

Os vasos de pressão que não possibilitem a realização de exame interno ou externo por impossibilidade física podem ser de maneira alternativa submetidos a

teste hidrostático, levando-se em conta as possíveis limitações. Pode-se citar como exemplos de vasos de pressão que não permitem o exame interno (BRASIL, 2006):

- Os que não possuem bocas de visita ou aberturas que permitam a passagem de uma pessoa.
- Os que apresentam diâmetro do casco que não permite o acesso de uma pessoa.
- Os equipamentos enterrados não possibilitam acesso externo.
- Trocadores de calor com espelho soldado ao casco, entre outros.

A responsabilidade pela definição das técnicas de inspeção que possibilitem segurança equiparada ao Teste Hidrostático é o PH. Pode-se citar algumas delas (BRASIL, 2006):

- Ensaio ultra-sônico.
- Ensaio radiográfico.
- Ensaio com líquido penetrante.
- Ensaio com partículas magnéticas.
- Ensaio de estanqueidade.
- Apreciação do histórico de operação ou de inspeções anteriores.
- Técnicas de análise *leakage before breaking* (vazamento ocorre sempre antes da ruptura).

Pode-se considerar como razões técnicas que tornam inviável o teste hidrostático (BRASIL, 2006):

- Resistência estrutural da fundação ou da sustentação do vaso incompatível com o peso da água que seria utilizada no teste.
- Efeito prejudicial que o fluido de teste pode causar a elementos internos do vaso.
- Impossibilidade técnica de purga e secagem do sistema.
- Existência de revestimento interno.
- Influência prejudicial do teste sobre defeitos subcríticos.

Estas razões técnicas que inviabilizam o teste hidrostático apontadas são as que ocorrem com maior frequência, desta forma podem existir outras razões. Contudo, razões simplesmente econômicas não devem ser avaliadas como restrições ao teste hidrostático e por isso, em casos de sérias restrições

econômicas, a empresa deve buscar soluções alternativas de segurança equivalente (BRASIL, 2006).

Podem ser apontados como exemplos internos que normalmente inviabilizam o teste:

- Presença de revestimentos vitrificados.
- Presença de revestimentos higroscópicos (refratários).
- Uso de catalisadores que se comprometem quando retirados.

De modo contrário, não são levados em consideração como razões técnicas que inviabilizam o teste a existência de revestimentos pintados, cladeados, *lining*, entre outros.

Segundo a NR – 13 os vasos de pressão que trabalham abaixo de 0°C são os vasos criogênicos, que muito raramente podem apresentar deterioração severa, por isso, a inspeção interna feita com frequência e o teste hidrostático podem provocar fenômenos que comprometam sua vida útil. Por isso, a referida norma não prediz a obrigatoriedade da execução do teste e determina prazos para inspeção interna de até 20 anos, que é compatível com o prognosticado em outras legislações internacionais. Assim, o detalhamento dos exames internos e externos deve acatar o previsto nas normas de caráter voluntário internacionalmente reconhecidos e as demais disposições da NR-13 também se aplicam aos vasos de pressão criogênicos.

De acordo com Santiago (s/d) pode-se destacar como razões principais para que os vasos de pressão necessitam de inspeções periódicas são as seguintes:

- Averiguação do grau de extensão da possível ocorrência de deterioração e/ou avaria e até que ponto este processo pode afetar a estrutura do equipamento, para garantir a operação do mesmo dentro das condições de segurança imprescindíveis;
- Afiançar a partir de alto nível de probabilidade que o equipamento possa continuar a operar utilizando-se um eficiente programa de manutenção preventiva;
- Evitar que ocorram perdas provenientes de possíveis paradas de emergência como consequência de ruptura do vaso, que potencialmente podem ser excessivamente altas;
- Redução dos custos de manutenção e operação;

- Manutenção do rendimento global da unidade elevado.

O autor assegura que estes itens somente podem ser alcançados se forem desenvolvidas inspeções cautelosas e bem programadas, combinadas com um serviço de manutenção eficaz.

2.1.3 Causas de Deterioração e Avarias

Conforme Santiago (s/d) a corrosão é apontada como maior razão de deterioração dos equipamentos das indústrias. Pode-se então, conceituar a corrosão como a destruição dos materiais metálicos devido a ação química ou eletroquímica no meio, podendo ou não estar atrelada à ação física. Porém as indústrias têm desenvolvido e implementado processos mais modernos, alguns até utilizando produtos químicos corrosivos, este tipo de ação nos metais tem se tornado mais numerosos e complexos.

Neste contexto, deve-se manter o controle dos custos de corrosão diminuindo o processo de deterioração antes que ela ocasione perda de produção ou grandes danos nos equipamentos. Por isso as avaliações periódicas nos equipamentos são tão importantes.

2.1.4 Teste Hidrostático

Segundo Telles (1996) o teste hidrostático em vasos de pressão incide no preenchimento total do vaso com um líquido adequado que desempenha uma determinada pressão, denominada "pressão de teste hidrostático" (Figura 1).

A NR – 13 define o teste hidrostático como sendo o teste realizado por meio de fluido incompressível, com pressão estipulada pelo código de construção, com a finalidade de avaliar a integridade e resistência estruturais dos componentes pressurizados dentro das condições estabelecidas para sua realização (BRASIL, 2006).

Ainda para Telles (1996) através do teste hidrostático, é possível verificar falhas, defeitos e vazamentos (em soldas, roscas, etc.).

A NR-13 regulamenta como obrigatório os testes hidrostáticos em vasos de pressão. A periodicidade varia de acordo com a categoria do vaso (Anexo IV da NR-13) (BRASIL, 2006).



Figura 1 – Teste Hidrostático

Fonte: http://www.shhidraulica.com.br/teste_hidro.php#2.

De acordo com Pereira Filho (2004) a pressão de teste hidrostático deve ser a mais alta possível, compatível com a segurança da parte mais fraca do vaso. Por esse motivo, a pressão do teste hidrostático deve ser sempre superior a pressão de projeto e a pressão máxima de trabalho admissível. Portanto, durante o teste hidrostático, o vaso ficará submetido a uma tensão maior a sua admissível.

Para os vasos construídos de acordo com a normatização, a pressão de teste deve ser no mínimo 1,5 vezes a Pressão Máxima de Trabalho Admissível - PMTA do vaso.

A restrição do fluido a ser utilizado para o teste deve levar em conta o código de construção, preservar a segurança da equipe a qual está realizando os testes, além de não causar danos ambientais, no caso de vazamentos ou colapso do vaso (ABNT, 2007).

2.1.5 Dispositivos de Alívio de Pressão

Para Telles (1996) todos os vasos, quaisquer que sejam as suas dimensões, finalidade ou pressão de projeto, devem ser protegidos por dispositivos de alívio de pressão, sendo essa exigência comum a todas as normas de projeto de vasos.

Segundo o autor acima citado, estes dispositivos utilizados para proteção contra surtos de sobre pressão nos vasos, dispõem de mola, pino, orifícios de passagem do ar e ainda argola que permite o acionamento manual, da válvula, com o objetivo de verificar se a mesma esta operante. A normatização exige que os dispositivos de alívio de pressão não permitam que a pressão em nenhum ponto no interior do vaso ultrapasse o valor da PMTA.

A NR – 13 (BRASIL, 2006) caracteriza válvula de alívio como sendo um dispositivo automático de alivio de pressão, caracterizado por uma abertura progressiva e proporcional ao aumento de pressão acima da pressão de abertura e usado para fluidos incompressíveis conforme a figura 2 a seguir.



Figura 2 - Dispositivo de Alívio de Pressão.

Fonte: a autoria.

Segundo Telles (1996) todos os dispositivos de alívio de pressão devem ser instalados na parte superior do vaso e em local de fácil acesso para a manutenção e inspeção. É obrigatório que entre o vaso e esses dispositivos não haja nenhuma válvula ou qualquer outra possível obstrução.

Telles (1996) destaca que os dispositivos de alívio de pressão não são considerados partes do vaso, mas sim instrumentos. Desse modo, a responsabilidade não se dá ao projetista nem ao fabricante do vaso.

2.1.6 Manômetro

De acordo com Telles (1996) o manômetro é o instrumento utilizado nos vasos de pressão, o qual indica a pressão de operação daquele vaso (Figura 3). Pode ter seu mostrador analógico ou digital e deve ser instalado diretamente no

vaso ou em uma sala de controle apropriada, devendo sempre que necessário, ser calibrado (BRASIL, 2006).

De acordo com o item 13.6.2, referente a NR-13, a falta de um instrumento que indique a pressão de operação do vaso, constitui risco grave e iminente (BRASIL, 2006).



Figura 3 – Manômetro

http://www.shhidraulica.com.br/teste_hidro.php#4

2.1.6 Documentação

Conforme coloca Busatto (2010) no que se refere a documentação dos vasos de pressão, a NR 13 preconiza no item 13.6.4 que os mesmos devem apresentar no local onde está instalado, a documentação devidamente atualizada da qual constem os seguintes itens:

a) Prontuário do Vaso de Pressão que é disponibilizado pelo fabricante dispondo das 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 para o monitoramento da sua vida útil;
- Características funcionais;
- Dados dos dispositivos de segurança;
- Ano de fabricação;
- Categoria do vaso;

b) Registro de Segurança;

c) Projeto de Instalação;

d) Projeto de Alteração ou Reparo;

e) Relatórios de Inspeção.

A NR – 13 estipula que onde estiverem instalados os vasos de pressão, mesmo que sejam em unidades diversas, os documentos devem estar disponíveis na unidade de instalação para que possam ser consultados sempre que houver necessidade e prontamente (BRASIL, 2006).

No caso dos operadores e responsáveis pelos equipamentos não ficarem no local de instalação do vaso de pressão permanentemente, os documentos devem ficar próximos ao operador responsável (BRASIL, 2006), sendo que esta exigência também se aplica a navios e plataformas de exploração e produção de petróleo.

Não existe a necessidade de que toda a documentação fique arquivada num único local da unidade, sendo contudo, recomendável que todos os documentos do prontuário permaneçam juntos.

O processo de determinação da PMTA deve destacar o roteiro para seu estabelecimento, passo a passo, abrangendo tabelas, ábacos, entre outros itens que tenham a necessidade de ser consultados. Caso a empresa queira, pode adotar como PMTA a pressão de projeto do vaso de pressão.

Outro item destacado na documentação se refere a vida útil do vaso de pressão que pode ser entendida como o período de tempo entre a data de

fabricação até o momento em que o vaso tenha sido avaliado como inadequado para utilização (BRASIL, 2006).

A documentação deve ser conservada ao longo da vida útil do vaso de pressão, sendo que a maior parte da documentação exigida, especialmente aquela afixada junto ao prontuário do vaso de pressão, deve ser provida de forma detalhada pelo fabricante do equipamento. Assim, se o estabelecimento não possuir essa documentação, parte da mesma deve ser reconstituída conforme determinado pela norma. Neste caso, a reconstituição dos documentos é sempre de responsabilidade do proprietário do vaso de pressão, que pode se utilizar dos serviços do fabricante do vaso. Caso não se tenha acesso a procedência correta ou já não exista PH, será necessário um PH ou empresa especializada para a referida constituição (BRASIL, 2006).

As normas técnicas que são reconhecidas internacionalmente recomendam que o cálculo da PMTA deve levar em conta, além da pressão, outros esforços solicitantes, sendo necessário que se englobe todas as partes do equipamento, tais como: conexões, flanges, pescoços de conexões, suportes, selas, entre outras.

Para Busatto (2010) a documentação precisa ficar sempre à disposição para a realização de consultas pelos operadores do pessoal de manutenção, de inspeção e das representações dos trabalhadores e do empregador na Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, sendo obrigação do proprietário garantir total acesso a essa documentação de modo inclusivo à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento, quando houver solicitação formal (BRASIL, 2009).

No caso de vasos de pressão que operam sob temperaturas abaixo de 0º grau, recebem a denominação de vasos criogênicos e serão detalhados a seguir.

2.2 TANQUES CRIOGÊNICOS

Segundo coloca Dalpiaz (2010) tanques criogênicos são equipamentos projetados de maneira especial e focados para acondicionarem fluidos criogênicos, isto é, fluidos que passam por liquefação em temperaturas entre -150°C e -273º à pressão atmosférica. De maneira básica um recipiente criogênico se constitui num vaso de paredes duplas com um sistema de isolamento térmico entre elas.

Para o autor acima citado, os recipientes criogênicos possuem a capacidade de diminuir a um mínimo admissível o processo de transferência de calor do ambiente para o líquido criogênico armazenado. Esta transferência de calor permite que o líquido criogênico devido a seu baixo ponto de ebulição, vaporizar de maneira rápida, aumentando como decorrência da pressão no interior do vaso. Este vapor, caso não seja liberado para atmosfera acarretando desperdício, ocasionará que a pressão no tanque acabe por gerar o seu rompimento.

Ainda Dalpiaz (2010) coloca que o sistema de isolamento é constituído por uma câmara entre os tanques interno e externo, na qual é produzido vácuo e preenchido com perlita. O vácuo suprime a transmissão de calor por convecção e a perlita em pó, que é um minério vulcânico expandido, reduz ao mínimo residual a transmissão de calor por radiação. A fixação do tanque interno ao tanque externo se faz utilizando suportes especiais, projetados de maneira a impedir a transferência de calor por condução entre os mesmos. Os referidos suportes precisam ser produzidos utilizando material de baixa condutividade térmica e apresenta pequena seção transversal.

Dalpiaz (2010) define a capacidade útil do tanque como a capacidade total disponível originária do projeto do tanque, menos o estoque de segurança e o lastro técnico. O lastro técnico representa o nível mínimo abaixo do qual não é plausível a manutenção da pressão de saída contratual, ou seja, pode oferecer impactos ao processo do cliente. Este lastro técnico é calculado conforme o tipo de tanque e o tipo de instalação para fornecimento de gás. Já o estoque de segurança é definido como o volume de líquido no tanque que deve ser suficiente para a utilização até que o mesmo seja reabastecido com produto. Este volume de segurança sofre variação em relação da velocidade de consumo e da localização da unidade consumidora em relação à unidade de fornecimento mais próxima. As dimensões do tanque são desenvolvidas de forma que somente o volume útil seja utilizado, evitando sempre que for possível o uso do estoque de segurança.

Conforme coloca Campos (2011) o tanque criogênico tem a finalidade de armazenar gases como oxigênio, nitrogênio, entre outro, porque são especialmente projetados para armazenar gás líquido a temperatura abaixo de zero. Este fato se deve ao fato de que o armazenando o gás na forma líquida ocupa muito menos volume do que na fase gasosa.

Pode-se destacar diversos tipos de gases altamente refrigerados, sendo que os mais comuns utilizados no Brasil são: oxigênio, nitrogênio, argônio, óxido nitroso e dióxido de carbono. Estes gases não apresentam umidade e não comprometem as propriedades mecânicas do tanque interno desde que o mesmo seja fabricado utilizando aço inox.

Contudo, o dióxido de carbono quando é armazenado em vasos fabricados de aço carbono, pode agredir com o passar do tempo o material desenvolvendo micro corrosões, demandando todos os cuidados e requisitos indispensáveis tanto para inspeção externa quanto interna.

Conforme destaca o autor acima citado, os recipientes criogênicos são fabricados para apresentarem resistência a exposição à elevadas pressões, podendo armazenar os fluidos na posição vertical ou horizontal, devendo estar separados de materiais inflamáveis a uma distância mínima de 6,1m ou com uma barreira de material não combustível de no mínimo 1,53 m de altura com resistência ao fogo por no mínimo trinta minutos.

Ainda para Campos (2011) o fluido armazenado é gás liquefeito sob pressão, oxidante, extremamente frio, que pode produzir o aceleração vigoroso da combustão e quando em contato com combustíveis pode explodir por ignição ou impacto. Existem alguns componentes principais de um tanque de armazenamento de gás, além de alguns dispositivos como se pode visualizar na Figura 4.



Figura 4 - Tanque criogênico

Fonte: <http://www.directindustry.com/prod/inox-india-limited/cryogenic-tanks-liquefied-gases-62031-481699.html>.

O tanque criogênico é formado por dois vasos, conforme White Martins (apud CAMPOS, 2011, p. 29):

O equipamento é composto por container interno em aço com 9% de níquel, aço inoxidável ou alumínio, casco externo em aço carbono e sistema de isolamento térmico intermediário entre container e casco externo a vácuo e enchimento com perlita. As tubulações internas do vaso são de aço inoxidável e as externas de cobre. É equipado com sistema de segurança com os seguintes dispositivos: válvulas de segurança e alívio, disco de ruptura e flange de segurança.

Conforme coloca Dutra et al. (2006) as válvulas de segurança dão proteção ao container interno em caso estarem sobre pressão. O disco de ruptura resguarda o container interno em caso de falha das válvulas de segurança. O flange de segurança protege a parte externa em caso de haver pressurização da câmara de vácuo. O sistema para monitoramento do vaso se compõe por manômetros que fazem o indicativo da pressão do gás no vaso e indicação de nível de produto e válvulas de pressão. A figura 6 apresenta a disposição destes em um reservatório vertical.



Figura 5 - Dispositivos de segurança do tanque criogênico

Fonte: http://www.grofe.com.br/noticias/bol_06.asp.

Ainda para Dutra et al. (2006) o vaso de pressão criogênico é produzido em conformidade com a norma do código ASME (The American Society of Mechanical engineers), sendo que seu sistema a vácuo oferece garantia de sustentação da temperatura interna, diminuindo perdas ocasionadas pela troca de calor com o ambiente externo associadas a manutenção da pureza do gás.

De acordo com Brasil (2006) os vasos de pressão que trabalham abaixo de 0°C, denominados vasos criogênicos quase nunca estão sujeitos a deterioração

grave e a realização de inspeção interna com frequência e o Teste Hidrostático pode gerar fenômenos que afetem a vida útil do equipamento.

Diante disso, a NR-13 não prevê a obrigatoriedade da execução do teste e determina prazos para inspeção interna de até 20 anos, tempo este compatível com o prognosticado em outras legislações internacionais.

2.3 A NR - 13

Conforme tratam Leite e Militão (2008) a NR-13 apresenta como objetivo principal determinar as formas de operação de vasos de pressão e caldeiras desde 1984, carecendo já de atualização visto que existem equipamentos que não são contemplados nesta normatização e atualmente são muito utilizados.

Nas atividades onde são utilizados caldeiras ou vasos de pressão, utiliza-se como parâmetros de requisitos de segurança a referida norma regulamentadora (BRASIL, 2006), que entrou em vigor no país no ano de 1978 e apresenta característica preventiva de danos ao ser humano e às instalações, demandando inspeções, instalações de dispositivos de segurança, identificações, registros e documentos, treinamentos e qualificações, manutenções e profissionais habilitados, entre outros, visando sobretudo, normatizar inspeções de segurança e operação de vasos de pressão e caldeiras.

Altafini (2002) observa que, dentre os vários pontos importantes desta norma, a qual é centrada nas inspeções de segurança de vasos de pressão existem regulamentações fundamentais destacadas ao longo deste estudo.

3 Metodologia

3.1 Procedimentos Metodológicos

O foco deste trabalho foi a abordagem de tanques criogênicos, equipamentos estes que se classificam como vaso de pressão, conforme anexo IV da NR-13.

Foram escolhidos quatro empresas possuidoras de tanques criogênicos e realizada uma visita em cada local. Para referência destas empresas foi associado um número na sequência de 1 a 4.

Para cada equipamento aplicou-se um check-list elaborado com base na NR – 13 (APÊNDICE A), assim como se realizou um ensaio fotográfico do objeto em estudo.

A realização da visita associada a aplicação do check-list nos possibilitou verificar as condições de instalação e manutenção dos tanques criogênicos, assim como nos apontou as principais não conformidades com a NR-13 e o risco que o trabalhador se expõe ao operar o equipamento.

Em posse dos resultados, considerou-se as informações obtidas para elaborar as tabelas de não conformidades e as considerações relacionadas a cada tanque criogênico.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir serão destacados os check lists e os resultados obtidos na análise dos equipamentos vistoriados nas quatro indústrias localizadas em Curitiba.

4.1 EMPRESA 1

Esta indústria atua na fabricação de produtos para diversos ramos de atividade do mercado, envolvendo corte laser, estamparia CNC, dobra, usinagem, pintura e montagem.

Nesta indústria encontra-se instalado um tanque criogênico fabricado em 1979 e utilizado para armazenagem de Oxigênio Líquido (Figura 6). Trata-se de vaso de pressão que se enquadra na categoria IV e classe de fluido C. Possui volume geométrico de 1300 litros e temperatura de operação de -196 graus Celsius. Foi projetado para operar com PMTA de 1,20 Mpa ou 12,2 kgf/cm², pressão ajustada nas válvulas de segurança (Figura 7). A pressão de operação é de 0,78 Mpa ou 8,0 Kgf/cm².



Figura 6 - Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio
Fonte: Autor (2014).



Figura 7 - Dispositivo de segurança (válvulas)
Fonte: Autor (2014).

Nota-se as placas metálicas afixadas nos dispositivos e que indicam a realização de manutenção nestes. Fica evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.

Outros indicativos da avaliação constante no check list na figura 8 a 12.



Figura 8 – Manômetro indicando a pressão de operação no tanque de Oxigênio

Fonte: Autor (2014).

Ficou evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.

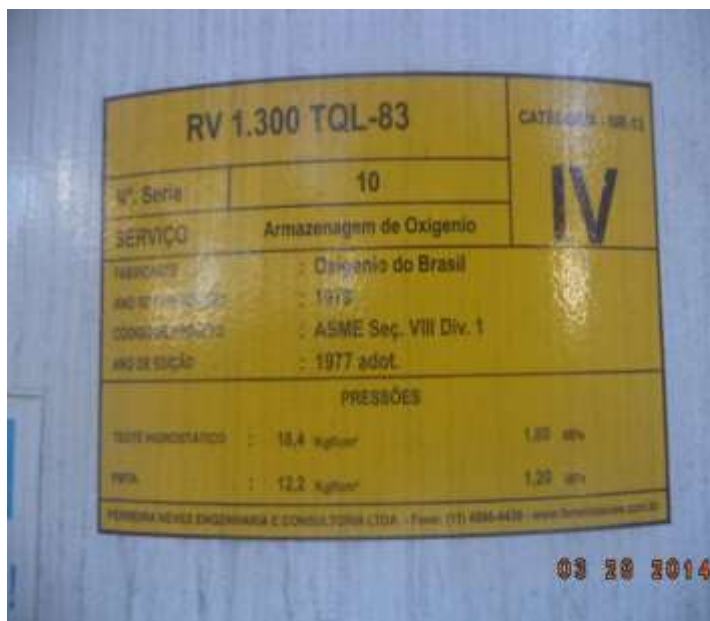


Figura 9 - Etiqueta colada no tanque de oxigênio
Fonte: Autor (2014).

Atende ao item 13.6.3.1 da NR-13 que preconiza que além da placa de identificação, devem constar em local visível, a categoria do vaso e seu número ou código de identificação.



Figura 10 - Placa de identificação
Fonte: Autor (2014).

Atende ao item 13.6.3 da NR-13.



Figura 11 – Localização do tanque criogênico
Fonte: Autor (2014).

Percebe-se ao analisar a figura que o tanque não se encontra implantado em condições adequadas na localização.



Figura 12 - Placa comprovando a realização de inspeção de segurança

Fonte: Autor (2014).

Comprovou-se a realização de inspeção de segurança, em atendimento ao item 13.10.3 da NR-13.

A seguir segue o quadro com as respostas obtidas a partir dos questionamentos presentes no check list encontradas na avaliação do tanque criogênico da empresa 1.

ITEM DA NR-13	Apresenta conformidade	EVIDÊNCIA	OBSERVAÇÃO
13.6.2 letra A e 13.10.4.	SIM	Figura 7	Nota-se a existência destas válvulas de segurança, bem como nota-se as etiquetas metálicas afixadas por ocasião do exame interno periódico, certificando que as mesmas foram desmontadas, inspecionadas e calibradas por ocasião do exame periódico.
13.6.2 letra C.	SIM	Figura 8	Nota-se a existência do manômetro, indicando a pressão de operação (12 Bar).
13.6.3	SIM	Figura 10	Nota-se, no entanto, que a placa de identificação já sofre de desgaste natural dificultando a leitura, pois, está escura pela ação do tempo. Não se sabe se a placa foi trocada algum dia. Mais o tanque é datado de 1979, ou seja, 35 anos.

13.6.3.1	SIM	Figura 9	Nota-se a existência de um adesivo amarelo contendo a informação sobre a categorização do tanque, entre outras informações pertinentes. Os VP são classificados, para efeito da NR-13, em categorias segundo o tipo de fluido e o potencial de risco. Neste caso, classe C quanto ao fluido (gases asfixiantes simples ou ar comprimido) e categoria IV quanto ao potencial de risco.
13.6.4	NÃO		Foi questionado o supervisor e o mesmo afirmou desconhecer qualquer documento denominado 'Prontuário do vaso de Pressão'. Portanto está ausência deste documento caracteriza descumprimento da legislação e faculta aplicação de multa em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.6.5	SIM		Foi obtida a informação de que sim, existe em poder da proprietária do tanque um livro contendo 50 páginas numeradas de 01 a 50, para ser utilizado como livro de segurança, para o registro de todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança do equipamento e todas as inspeções realizadas, em atenção aos critérios determinados e disposto no artigo Nº 188 da CLT e da NR-13.
13.7.3	NÃO	Figura 11	Nota-se que o VP está instalado em local aberto e sem nenhum tipo de cercado que possa isolar a instalação. O risco para o trabalhador é eminente uma vez que tubulações por onde circulam líquidos a temperatura criogênicas, estão expostas e sujeitas a serem tocadas, o que poderia causar queimaduras graves. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item.
13.7.3	NÃO	Figura 11	Notou-se durante a vistoria, a ausência de luzes de emergência no local externo onde se encontra instalado o VP. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item, sujeitando o infrator a penalidades em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.10.3	SIM	Figura 12	Nota-se placa metálica afixada no corpo do 'VP' alusiva a realização de inspeção periódica.

Quadro 3 – Não conformidades encontradas na Empresa 1.

Fonte: Autor (2014).

4.2 EMPRESA 2

Indústria do ramo da metalurgia especializada em calderaria, corte, dobra, usinagem e oxicorte. Nesta indústria encontra-se instalado um tanque criogênico utilizado para armazenagem de Oxigênio Líquido (Figura 13). Devido a péssima conservação da placa de identificação e também ausência de placas ou adesivos referentes a categorização do tanque, não foi possível aqui descrever outras

características técnicas como PMTA definida em projeto, pressão e temperatura de operação, volume geométrico, classe de fluido e grau de risco.



Figura 13 - Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio

Fonte: Autor (2014).



Figura 14 – Manômetro

Fonte: Autor (2014).

Pode-se perceber pela figura 13 que as condições de instalação do tanque apresenta algumas inconsistências com a norma NR – 13. Já na figura 14 fica evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.



Figura 15 – Válvulas de pressão

Fonte: Autor (2014).

Nota-se as placas metálicas afixadas nos dispositivos, e que indicam a realização de manutenção nestes. Fica evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.



Figura 16 – Placa de identificação
Fonte: Autor (2014).

Placa visando atender ao item 13.6.3 da NR-13 presente como pode ser visto na figura 16.



Figura 17 – Localização do tanque criogênico
Fonte: Autor (2014).

O quadro 4 a seguir traz as informações obtidas com as respostas da aplicação do check list.

ITEM DA NR-13	Apresenta conformidade	EVIDÊNCIA	OBSERVAÇÃO
13.6.2 letra A e 13.10.4.	SIM	Figura 15	Nota-se a existência destas válvulas de segurança, bem como nota-se as etiquetas metálicas afixadas por ocasião do exame interno periódico, certificando que as mesmas foram desmontadas, inspecionadas e calibradas por ocasião do exame periódico.
13.6.2 letra C.	SIM	Figura 14	Nota-se a existência do manômetro, indicando a pressão de operação.
13.6.3	Não	Figura 16	Nota-se, a existência da placa, no entanto, a mesma já sofre de desgaste natural dificultando a leitura, pois, está escura pela ação do tempo.
13.6.3.1	Não		Na vistoria não se constatou a existência destas informações afixadas no 'VP', caracterizando assim não atendimento ao item da norma, estando sujeito o infrator a multa quando da inspeção por órgão regulador. Os VP são classificadas, para efeito da NR-13, em categorias segundo o tipo de fluido e o potencial de risco.
13.6.4	NÃO		Foi questionado o supervisor e o mesmo afirmou desconhecer qualquer documento denominado 'Prontuário do vaso de Pressão'. Portanto está ausência deste documento caracteriza descumprimento da legislação e faculta aplicação de multa em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.6.5	SIM		Foi obtida a informação de que sim, existe em poder da proprietária do tanque um livro contendo 50 páginas numeradas de 01 a 50, para ser utilizado como livro de segurança, para o registro de todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança do equipamento e todas as inspeções realizadas, em atenção aos critérios determinados e disposto no artigo N° 188 da CLT e da NR-13.
13.7.3	NÃO	Figura 17	Nota-se que o VP está instalado em local aberto e sem nenhum tipo de cercado que possa isolar a instalação. O risco para o trabalhador é eminente uma vez que tubulações por onde circulam líquidos a temperatura criogênicas, estão expostas e sujeitas a serem tocadas, o que poderia causar queimaduras frias graves. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item.
13.7.3	NÃO	Figura 13	Notou-se durante a vistoria, a ausência de luzes de emergência no local externo onde se encontra instalado o VP. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item, sujeitando o infrator a penalidades em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.10.3	SIM		Neste 'VP' não se observou em seu corpo

			nenhuma etiqueta ou placa alusiva ao fato. Porém o supervisor alegou receber visita técnica periódica com o objetivo de realizar a manutenção.
--	--	--	--

Quadro 4 – Não conformidades encontradas na Empresa 2.

Fonte: Autor (2014).

4.3 EMPRESA 3

Trata-se de empresa do ramo de metalurgia. Nesta indústria encontra-se instalado um tanque criogênico fabricado em 1967 e utilizado para armazenagem de Oxigênio Líquido (Figura 18). Trata-se de vaso de pressão que se enquadra na categoria IV e classe de fluido C. Possui volume geométrico de 1300 litros e temperatura de operação de -197 graus Celsius. Foi projetado para operar com PMTA de 22,0 kgf/cm², pressão está ajustada nas válvulas de segurança.



Figura 18 - Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio

Fonte: Autor (2014).

A figura 18 expõe as condições de instalação do tubo criogênico mostrando algumas inconsistências que serão detalhadas no quadro 5.



Figura 19 – Manômetro
Fonte: Autor (2014).

Fica evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.



Figura 20 – Válvula de pressão
Fonte: Autor (2014).

Pode-se notar a presença de placas metálicas afixadas nos dispositivos que indicam a realização de manutenção nestes. Fica evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.



Figura 21- Placa de identificação
Fonte: Autor (2014).

A imagem mostra que este item atende ao item 13.6.3 da NR-13.



Figura 22 – Etiqueta contendo a informação da categoria do vaso de pressão
Fonte: Autor (2014).

Pela figura 22 pode-se perceber que este item atende ao item 13.6.4 da NR-13.



Figura 23 – Localização do tanque criogênico
Fonte: Autor (2014).

Pelo exposto na figura 23 pode-se perceber que as condições de instalação do tubo criogênico não está em conformidade com o que preconiza a norma NR – 13.



Figura 24 - Placa informando a realização de inspeção periódica

Fonte: Autor (2014).

A seguir o quadro 5 traz os dados coletados por meio da aplicação do check list para avaliar o tubo criogênico.

ITEM DA NR-13	Apresenta conformidade	EVIDÊNCIA	OBSERVAÇÃO
13.6.2 letra A e 13.10.4.	SIM	Figura 20	Nota-se a existência destas válvulas de segurança, bem como nota-se as etiquetas metálicas afixadas por ocasião do exame interno periódico, certificando que as mesmas foram desmontadas, inspecionadas e calibradas por ocasião do exame periódico.
13.6.2 letra C.	SIM	Figura 19	Nota-se a existência do manômetro, indicando a pressão de operação.
13.6.3	SIM	Figura 21	Nota-se, a existência da placa afixada na base do 'VP'. A mesma se encontra em boas condições de leitura.
13.6.3.1	SIM	Figura 22	Nota-se a existência de um adesivo branco contendo a informação sobre a categorização do vaso de pressão. Os VP são classificados, para efeito da NR-13, em categorias segundo o tipo de fluído e o potencial de risco. Neste caso, classe C quanto ao fluído (gases asfixiantes simples ou ar comprimido) e categoria IV quanto ao potencial de risco ($P.V < 2,5$) e ($P.V > 1$).
13.6.4	NÃO		Foi questionado o supervisor e o mesmo afirmou desconhecer qualquer documento denominado 'Prontuário do vaso de Pressão'. Portanto esta ausência deste documento caracteriza descumprimento da legislação e faculta aplicação de multa em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.6.5	SIM		Foi obtida a informação de que sim, existe em poder da proprietária do tanque um livro contendo 50 páginas numeradas de 01 a 50, para ser utilizado como livro de segurança, para o registro de todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança do equipamento e todas as inspeções realizadas, em atenção aos critérios determinados e disposto no artigo Nº 188 da CLT e da NR-13.
13.7.3	NÃO	Figura 23	Nota-se que o VP está instalado em local aberto e sem nenhum tipo de cercado que possa isolar a instalação. O risco para o trabalhador é eminente uma vez que tubulações por onde circulam líquidos a temperatura criogênicas, estão expostas e sujeitas a serem tocadas, o que poderia causar queimaduras frias graves. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item.
13.7.3	NÃO	Figura 23	Notou-se durante a vistoria, a ausência de luzes de emergência no local externo onde se encontra instalado o VP. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item, sujeitando o infrator a penalidades em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.10.3	SIM	Figura 24	Neste 'VP' se observa em seu corpo uma placa

			alusiva ao fato, evidenciando assim a realização de inspeção periódica.
--	--	--	---

Quadro 5 – Não conformidades encontradas na empresa 3.

Fonte: Autor (2014).

4.4 EMPRESA 4

Empresa do ramo metalúrgico. Nesta indústria encontra-se instalado um tanque criogênico fabricado em 2000 e utilizado para armazenagem de Oxigênio Líquido (Figura 24). Trata-se de vaso de pressão que se enquadra na categoria III e classe de fluido C. Possui volume geométrico de 1300 litros e temperatura de operação de -197 graus Celsius. Foi projetado para operar com PMTA de 17,6 kgf/cm², pressão está ajustada nas válvulas de segurança. A pressão de teste hidrostático foi definida em projeto para 26,4 kgf/cm².



Figura 25 - Vista geral do tanque criogênico (VP) usado para armazenagem de Oxigênio

Fonte: Autor (2014).

A instalação do tanque criogênico mostrado na figura 25 expõe as inconformidades com o que preconiza a norma NR -13.



Figura 26 – Manômetro
Fonte: Autor (2014).

A figura 26 evidencia o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.



Figura 27 – Válvula de pressão
Fonte: Autor (2014).

Nota-se as placas metálicas afixadas nos dispositivos que indicam a realização de manutenção nestes. Fica evidenciado o atendimento ao item 13.6.2 da NR-13.

CRIOGEN CRIOGENIA LTDA			
CNPJ-61.656.922/0001-46 - INDÚSTRIA BRASILEIRA			
TIPO - VCC	1.000	PRES. MÁX. SERV. (Kg/cm ²)	17,6
CAP. CRIOG. -	200LTS	PRES. TESTE HIDR. (Kg/cm ²)	25,4
SERIE Nº	23	TEMPER. SERV. °C	-120
ANO FABR.	2000	REG. VÁLV. SEG. (Kg/cm ²)	17,6
MAT. TO. INT.	ASS 304	REG. VÁLV. PRES. (Kg/cm ²)	10
CÓDIGO CONST	107	REG. VÁLV. ECON. (Kg/cm ²)	10
PESO VAZIO (KG)	2.200	DISCO RUPTURA (Kg/cm ²)	25,4
RUA JOSE DA SILVA LEME, 500 - VARZEA PAULISTA, PABX-(011) 7805-8363 - S.P.			

03 25 2014

Figura 28 – Placa de identificação
Fonte: Autor (2014).

A figura 28 mostra o atendimento ao item 13.6.3 da NR-13.



Figura 29 - Etiqueta contendo a informação da categoria do vaso de pressão e seu número ou código de identificação
Fonte: Autor (2014).

A figura 29 mostra o atendimento ao item 13.6.4 da NR-13.



Figura 30 – Localização do vaso de pressão
Fonte: Autor (2014).

O que é disposto pela figura 30 mostra a inconformidade da instalação do tanque.

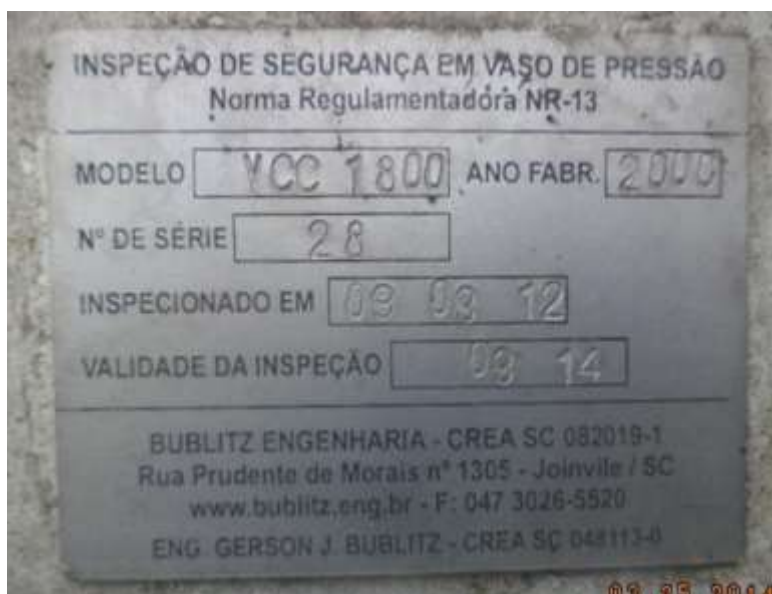


Figura 31 - Placa informando a realização de inspeção periódica
Fonte: Autor (2014).

A figura 31 mostra que o item atende ao disposto em 13.10.3 da NR-13.

O quadro 6 a seguir traz as respostas obtidas com a aplicação do check list no local.

ITEM DA NR-13	Apresenta conformidade	EVIDÊNCIA	OBSERVAÇÃO
13.6.2 letra A e 13.10.4.	SIM	Figura 27	Nota-se a existência destas válvulas de segurança, bem como nota-se as etiquetas metálicas afixadas por ocasião do exame interno periódico, certificando que as mesmas foram desmontadas, inspecionadas e calibradas por ocasião do exame periódico.
13.6.2 letra C.	SIM	Figura 26	Nota-se a existência do manômetro, indicando a pressão de operação.
13.6.3	SIM.	Figura 28	Nota-se, a existência da placa afixada na base do 'VP'. A mesma se encontra em boas condições de leitura.
13.6.3.1	SIM	Figura 29	Nota-se a existência de um adesivo branco contendo a informação sobre a categorização do vaso de pressão. Os VP são classificados, para efeito da NR-13, em categorias segundo o tipo de fluido e o potencial de risco. Neste caso, classe C quanto ao fluido (gases asfixiantes simples ou ar comprimido) e categoria III quanto ao potencial de risco (P.V<30) e (P.V>2,5).
13.6.4	NÃO		Foi questionado o supervisor do momento e o mesmo afirmou desconhecer qualquer documento denominado 'Prontuário do vaso de Pressão'. Portanto esta ausência deste documento caracteriza descumprimento da legislação e faculta aplicação de multa em caso de inspeção por órgão regulamentador.
13.6.5	SIM		Foi obtida a informação de que sim, existe em poder da proprietária do tanque um livro contendo 50 páginas numeradas de 01 a 50, para ser utilizado como livro de segurança, para o registro de todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança do equipamento e todas as inspeções realizadas, em atenção aos critérios determinados e disposto no artigo N° 188 da CLT e da NR-13.
13.7.3	NÃO	Figura 30	Nota-se que o VP está instalado em local aberto e sem nenhum tipo de cercado que possa isolar a instalação. O risco para o trabalhador é eminente uma vez que tubulações por onde circulam líquidos a temperatura criogênicas, estão expostas e sujeitas a serem tocadas, o que poderia causar queimaduras frias graves. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item.
13.7.3	NÃO	Figura 30	Notou-se durante a vistoria, a ausência de luzes de emergência no local externo onde se encontra instalado o VP. A norma constitui risco grave e eminente o não atendimento a este item, sujeitando o infrator a penalidades em caso de inspeção por órgão regulamentador.

13.10.3	SIM	Figura 31	Neste 'VP' se observa em seu corpo uma placa alusiva ao fato, evidenciando assim a realização de inspeção periódica.
---------	-----	-----------	--

Quadro 6 – Não conformidades encontradas na empresa 4.

Fonte: Autor (2014).

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do check list realizados nas quatro empresas situadas em Curitiba e região metropolitana mostraram que a maioria dos equipamentos vistoriados apresentam os itens preconizados pela norma, contudo alguns deles se encontram em más condições e outros não são contemplados conforme pode se visualizar pelo gráfico 1:

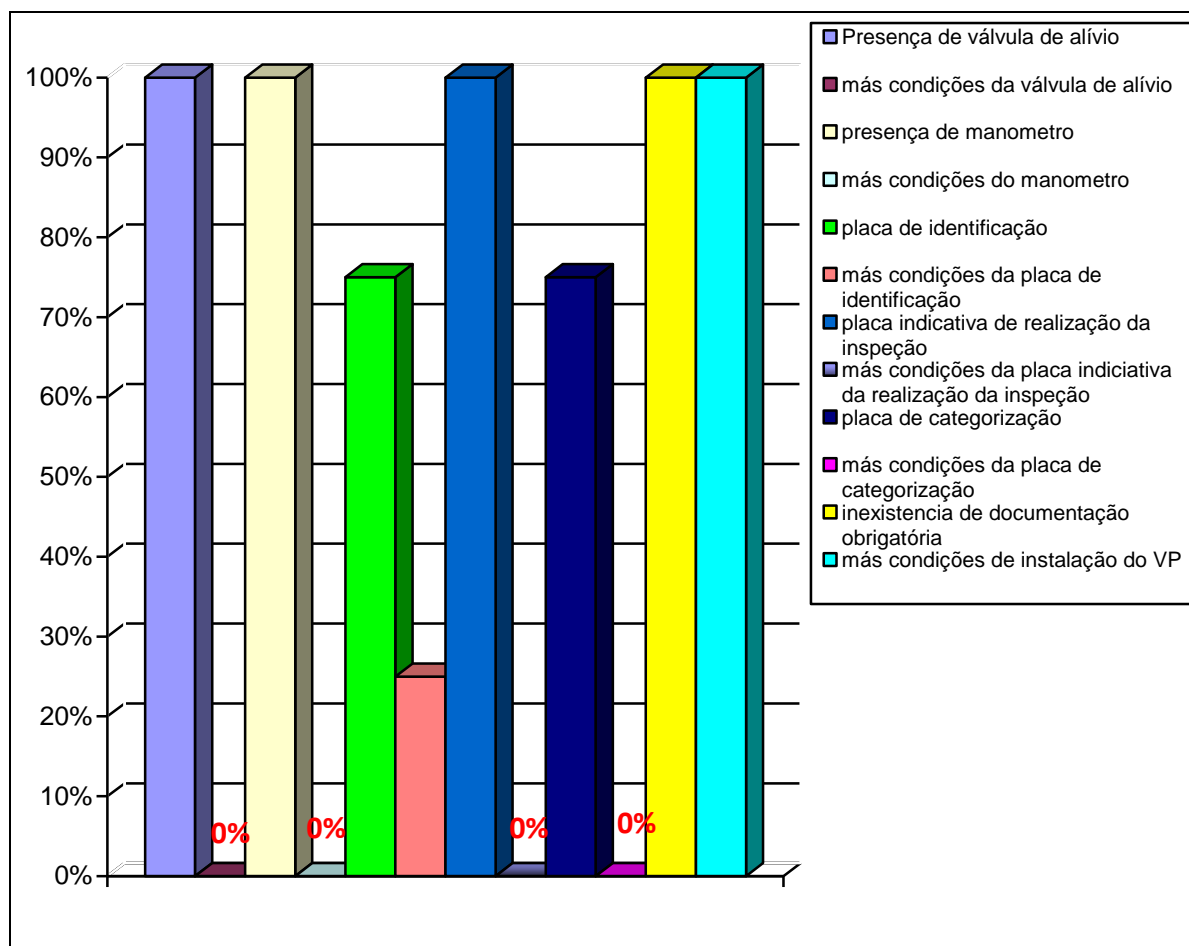


Figura 32 – Condições dos tanques criogênicos checados

Fonte: elaboração própria com dados obtidos na aplicação do check list.

Pode-se perceber analisando o gráfico 1 acima algumas informações importantes como a inexistência da documentação obrigatória em todas as quatro

empresas vistoriadas. Também se destaca que a localização de todos os tanques criogênicos não é a requerida pela norma havendo problemas com o isolamento dos tanques por meio de grades ou qualquer outro sistema e também foi percebida a ausência de luzes de emergência no local.

5 CONCLUSÕES

Após visitar os locais e proceder a aplicação do check list nos tanques criogênicos nas empresas 1, 2, 3 e 4 pode-se perceber, que as não conformidades que contrariam o preconizado pela NR-13 mais evidenciadas, dizem respeito as condições de instalação, havendo a necessidades premente de interferências para isolar as áreas onde os tanques criogênicos se encontram. A ação visa proteger os trabalhadores e circulantes ao risco de sofrerem queimaduras frias ao tocarem em tubulações por onde circulam líquidos a temperaturas criogênicas. Itens como ausência de identificação, de documentação e de iluminação no local também foram notados e submetem o proprietário do tanque criogênico a sanções do órgão fiscalizador. A existência e a correta calibragem dos dispositivos de segurança foi destaque positivo pois em campo todos os equipamentos vistoriados atenderam a norma NR-13.

Conclui-se que o fator fundamental e da maior importância para a segurança das atividades que envolvem a utilização destes equipamentos é o cumprimento das normas legais em vigência associados a outros requisitos operacionais.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15417** – Vasos de pressão – inspeção de segurança em serviço. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/jarson957/nbr-15417rev07-vasos-de-presso-inspeo-de-segurana-em-servio>. Acesso feito em mar./2014.

ALBERICHI, Mariano. **Estudo das instalações e operações de caldeiras de uma indústria de produtos químicos do estado do Paraná, sob ótica da NR-13 e NR-28. Monografia de Especialização**. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2013.

ALTAFINI, Carlos R. **Curso de engenharia mecânica** – disciplina de máquinas térmicas – apostila sobre caldeiras – Universidade de Caxias do Sul, 2002. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/caldeirasapostila.pdf>. Acesso feito em mar./2014.

BRASIL. **NR-13 - Manual Técnico de Caldeiras e Vasos de Pressão**. ed. Comemorativa 10 anos da NR-13(da Portaria nº 23/94). Brasília: Ministerio do Trabalho, 2006.

CAMPOS, Márcia Aparecida de. **Estudo das instalações e operação de caldeira e vasos de pressão de uma instituição hospitalar, sob análise da NR 13.** Monografia de especialização. Criciúma: UNESC, 2011.

DALPIAZ, Lucas de Medeiros. **Análise do fornecimento dos produtos da destilação criogênica do ar.** Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Alegre: UFRS, 2010.

DUTRA, Aldo Cordeiro et al. **Manual Técnico de Caldeiras e Vasos de Pressão.** Brasília: MTE, SIT, DSST, 2006.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia.** 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Atlas, 1996.

LEITE, Nilson R.; MILITÃO, Renato de A. **Tipos e aplicações de caldeiras.** Fabricação e Montagem de Caldeiras e Trocadores de Calor. (2008). Disponível em: http://lcsime.files.wordpress.com/2012/09/caldeiras_prominp.pdf. Acesso feito em mar./2014.

PEREIRA FILHO, Jorge dos Santos. **Análise de efeitos de teste hidrostático em vaso de pressão.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2004.

RAUEN, Fábio José. **Elementos de iniciação à pesquisa.** Rio do Sul: Nova Era, 1999.

SANTIAGO, Eduardo Ferrer. **Apostila sobre Vasos de pressão.** UFU, s/d. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAsgYAJ/apostila-sobre-vasos-pressao#>. Acesso feito em mar./2014.

TELLES, Pedro Carlos Silva. **Vasos de pressão.** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 1996.

APÊNDICE A – Check list baseado na NR – 13

Descrição	Sim	Não	Observações
Possui válvula ou dispositivo de segurança com pressão da abertura ajustada a PMTA?			
Possui instrumento que indique a pressão de operação?			
Os instrumentos e controles dos vasos são mantidos calibrados e em boas condições operacionais?			
Possui placa de identificação?			
A categoria do vaso está em local visível?			
A documentação está sempre à disposição para consulta dos operadores e demais?			
O vaso de pressão é instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, sejam facilmente acessíveis?			
Vasos de pressão instalados em ambiente confinados, a instalação dispõe de pelo menos duas saídas amplas, desobstruídas e dispostas em direções distintas?			
A instalação dispõe de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guarda-corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas?			
A instalação dispõe de iluminação de emergência?			
Os sistemas de controle e segurança dos vasos são submetidos a manutenção preventiva ou preditiva?			
Os vasos de pressão são submetidos a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária?			
Após a inspeção do vaso é emitido "Relatório de Inspeção", que possa a fazer parte da sua documentação?			