

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

RODRIGO SIMONI

**SISTEMATIZAÇÃO PARCIAL DO PROCESSO DE PROJETO DE ADEQUAÇÃO
DE UM TANQUE DE CONDENSADO DO VAPOR DE ESCAPE DE UMA
INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2019

,

RODRIGO SIMONI

**SISTEMATIZAÇÃO PARCIAL DO PROCESSO DE PROJETO DE ADEQUAÇÃO
DE UM TANQUE DE CONDENSADO DO VAPOR DE ESCAPE DE UMA
INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Me. Luiz Otávio Corrêa

CORNÉLIO PROCÓPIO
2019

,



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Mecânica
Curso de Engenharia Mecânica**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Rodrigo Simoni

Sistematização parcial do processo de projeto do tanque de condensado do vapor de escape de uma Indústria sucroalcooleira

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 16:00hs do dia 1 de Julho de 2019, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico no programa de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Cornélio Procópio, ___/___/____.

Prof. Me. Luiz Otávio Corrêa - Presidente (Orientador)

Prof. Dr. Julio Cesar Souza Francisco - (Membro)

Prof. Dr. Marcos Antonio de Souza Lourenço - (Membro)

A folha assinada se encontra na coordenação do curso.

Dedico este trabalho à minha família que sempre me incentivou a estudar e me apoiou em todos os momentos, trazendo os meus sonhos e objetivos mais perto da realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por todas as oportunidades concedidas a mim e minha família.

Ao meu orientador Me. Luiz Otavio Corrêa que sempre me auxiliou nas dúvidas e transmitiu seus conhecimentos sempre que possível, além de excelentes aulas durante a graduação.

À minha mãe, Márcia Marchioni Simoni, que sempre me incentivou a acreditar e correr atrás dos meus objetivos.

Ao meu pai, Aloisio Simoni Júnior, que me guiou desde o início para ter um caminho próspero em minha escolha profissional.

Aos meus irmãos, Aloisio Simoni Netto e Daniel Marchioni Simoni, por sempre estarem ao meu lado.

Aos meus tios, Magna Cristina Marchioni e Raimundo Benfica Junior, por cuidarem de mim sempre que precisei.

Aos meus tios, Alexandre Nicodemo e Graziela Domingues Simoni Nicodemo, por me acolherem durante o estágio e proporcionarem essa grande experiência.

A todo o restante da minha família por sempre acreditarem em mim e me apoiarem quando necessário.

A Indústria Sucroalcooleira que disponibilizou o material e informações para que este trabalho pudesse ser feito.

Aos meus amigos da República Cafófo e do conhecido “Bonde da DP”, além de tantos outros que para não causar injustiça não citarei nomes.

Por fim, agradeço a todos que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho, assim como todo o corpo docente da UTFPR-CP que participou da minha formação acadêmica.

“Talento é acertar um alvo que ninguém acerta. Genialidade é acertar um alvo que ninguém vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

SIMONI, Rodrigo. **Sistematização parcial do processo de projeto de adequação de um tanque de condensado do vapor de escape de uma Indústria Sucroalcooleira.** 65 f .2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2019.

O presente trabalho visa à elaboração de uma sistematização em forma de fluxogramas no modelo de planilhas para sistematizar o processo de adequação de um tanque de condensado (vaso de pressão) na planta de uma Indústria Sucroalcooleira específica. Foi necessário um maior entendimento sobre vasos de pressão e principalmente sobre as normas que abrangem estes equipamentos. O foco maior foi em relação a Norma Regulamentadora 13 por ser a norma que tem como finalidade fiscalizar e atribuir parâmetros para estes equipamentos em território nacional. A sistematização se deu por meio da elaboração de dois documentos com formatos de planilhas, o primeiro contendo um fluxograma com pilares que foram definidos a partir da NR-13 para abranger toda a norma, com a finalidade de manter um maior e melhor controle sobre as informações dos vasos de pressão da planta Industrial. O segundo foi a sistematização propriamente dita, que também apresentou um fluxograma seguindo uma metodologia de desenvolvimento de produto. Por fim, o documento de controle garantiu uma maior organização, controle e facilidade no manuseio das informações dos vasos de pressão assegurando uma maior conformidade com a NR-13, evitando acidentes de trabalho e prejuízos financeiros, enquanto o documento de sistematização certificou um caminho lógico para a adequação de um novo tanque de condensado, resultando em economia de tempo e evitando complicações durante o processo.

Palavras-chave: Vaso de pressão. Indústria Sucroalcooleira. NR-13. Tanque de condensado. Desenvolvimento de produto.

ABSTRACT

SIMONI, Rodrigo. **Partial systematization of the project process for the adequacy of an exhaust vapor condensate tank of a Sugar cane mill with ethanol production.** 2019. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2019.

The present work aims at the elaboration of a systematization in the form of flowcharts in the spreadsheet model to systematize the process of adaptation of a condensate tank (pressure vessel) in the plant of a specific Sugar cane mill with ethanol production. It was necessary to have a better understanding about pressure vessels and mainly about the standards that cover these equipments. The main focus was on NR-13 because it is the standard that aims to inspect and assign parameters for this equipment in the national territory. The systematization took place through the preparation of two documents with spreadsheet formats, the first containing a flowchart with pillars that were defined from NR-13 to cover the entire standard, with the purpose of maintaining greater and better control over the information of the pressure vessels of the Industrial plant. The second was the systematization itself, which also presented a flowchart following a product development methodology. Finally, the control document guaranteed a greater organization, control and ease in the handling of the information from the pressure vessels ensuring greater compliance with NR-13, avoiding work accidents and financial losses, while the systematization document certified a logical path for the adaptation of a new condensate tank, resulting in time savings and avoiding complications during the process.

Keywords: Pressure vessel. Sugar cane mill with ethanol production. NR-13. Condensate tank. Product development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Utilização dos componentes da cana de açúcar.....	18
Figura 2 – Imagem ilustrativa de um tanque de condensado.....	21
Figura 3 – Fases do desenvolvimento de produtos.....	27
Figura 4 – Etapas da fase de projeto do produto e processo.....	29
Figura 5 – Menu da planilha de controle.....	34
Figura 6 – Aba de dados do equipamento.....	35
Figura 7 – Aba de categoria do vaso.....	36
Figura 8 – Documentação necessária.....	38
Figura 9 – Manual de operação próprio.....	39
Figura 10 – Documentos do prontuário.....	40
Figura 11 – Explicações de documentos conforme a NR-13.....	41
Figura 12 – aba de instalação.....	42
Figura 13 – Período entre inspeções.....	43
Figura 14 – Informações sobre inspeções.....	44
Figura 15 – Aba de treinamentos.....	45
Figura 16 – Aba de segurança na manutenção de vasos de pressão.....	46
Figura 17 – Risco grave e iminente.....	47
Figura 18 – Fluxograma do projeto informacional.....	49
Figura 19 – Subatividades do projeto informacional.....	51
Figura 20 – Serviços referentes a instalação do vaso.....	53
Figura 21 – Fluxograma do projeto conceitual.....	55
Figura 22 – Subatividades do projeto conceitual.....	56
Figura 23 – Fluxograma do projeto detalhado.....	57
Figura 24 – Subatividades do projeto detalhado 1.....	59
Figura 25 – Subatividades do projeto detalhado 2.....	61

LISTA DE SIGLAS

INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas
NR-13	Norma Regulamentadora 13
VHP	Very Hight Polarization

LISTA DE ACRÔNIMOS

ASME	American Society of Mechanical Engineers
BTU	British Thermal Unit

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus centígrados
kg/cm ²	Kilograma por centímetros quadrado
kgf/cm ²	Kilograma força por centímetros quadrado
kPa	Kilopascal
m ³	Metros cúbicos
mm	Milímetros
“	Polegadas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivos Específicos	15
1.2	Justificativas	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Indústria sucroalcooleira	17
2.1.1	Cana de açúcar	17
2.1.2	Aspectos do álcool etílico/etanol	19
2.1.3	Aspectos do açúcar	19
2.2	Vasos de pressão	20
2.2.1	Formatos de vasos de pressão	20
2.2.2	Normas de projeto de vasos de pressão	22
2.2.3	Tanque de condensado	25
2.3	Metodologia de projeto	26
2.3.1	Projeto do produto e processos	28
2.4	Software Excel	30
3	METODOLOGIA	31
3.1	Planilha de controle de vasos de pressão	32
3.1.1	Formato da planilha	32
3.1.2	Dados do equipamento	32
3.1.3	Categoria do vaso	33
3.1.4	Documentação	34
3.1.5	Instalação	35
3.1.6	Inspeções	36
3.1.7	Treinamentos	37
3.1.8	Segurança na manutenção do vaso	37
3.2	Sistematização para adequação do tanque de condensado	38
3.2.1	Formato da planilha	38
3.2.2	Projeto informacional	38
3.2.3	Projeto conceitual	39
3.2.4	Projeto detalhado	39

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	Planilha de controle de vasos de pressão	40
4.1.1	Dados do equipamento.....	42
4.1.2	Categoria do vaso de pressão	43
4.1.3	Documentação	44
4.1.4	Instalação	48
4.1.5	Inspeções	49
4.1.6	Treinamentos.....	51
4.1.7	Segurança na manutenção de vasos de pressão.....	52
4.1.8	Risco grave e iminente	53
4.2	Sistematização para adequação do tanque de condensado	55
4.2.1	Projeto informacional.....	55
4.2.2	Projeto conceitual	61
4.2.3	Projeto detalhado.....	64
5	CONCLUSÃO.....	71
5.1	Recomendação para trabalho futuro	72

1 INTRODUÇÃO

Dentro de uma Indústria sucroalcooleira existe um grande emprego de vasos de pressão em seu processo de fabricação do álcool, dentre eles o tanque de condensado, que é responsável por armazenar o condensado proveniente das linhas de vapor da instalação.

Deve se ter uma maior atenção a estes equipamentos, uma vez que, sem os cuidados necessários, acidentes podem ocorrer e, com isso, prejuízos financeiros e inestimáveis como parada do processo e eventualidades de colaboradores poderão existir.

Para garantir o bom funcionamento dos vasos de pressão, o Governo Federal criou a Norma Regulamentadora Número 13 (NR-13) de cumprimento obrigatório a todas empresas que possuem esses equipamentos em suas instalações. Nela, há especificações de dispositivos e documentos necessários, além do tempo exigido de inspeção para cada classificação de vaso (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

Caso um equipamento não esteja adequado à NR 13, de acordo com a NR 28 – Norma Regulamentadora específica para fiscalização e penalidades – o Governo Federal aplicará multas (que podem variar de R\$ 630,00 a R\$ 6.340,00, dependendo do número de colaboradores) para cada vaso irregular (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

É de extrema importância para uma Indústria sucroalcooleira que seu tanque de condensado esteja em conformidade com às normas regentes do mesmo para evitar tais prejuízos.

Outro ponto a ser destacado é a comunicação entre cliente (Indústria sucroalcooleira) e fornecedor do tanque de condensado. A falta ou atraso de informações do projeto do tanque acarretará em perda de produção, pois sem os devidos parâmetros necessários não é possível realizar as adequações a tempo e instalar o equipamento. É de extrema importância possuir um planejamento e cronograma definido entre as empresas para evitar este tipo de parada indesejada.

Após enviadas as informações, é necessário que o cliente se certifique que o local está apto e regularizado para receber o tanque, e então realize o teste hidrostático para assim, dar início ao processo de fabricação do álcool.

Diante das discussões abordadas acima, este trabalho apresenta uma sistematização parcial do processo de projeto de adequação do tanque de condensado do vapor de escape de uma Indústria sucroalcooleira que atua apenas na fabricação de álcool.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de um fluxograma de sistematização parcial do tanque de condensado no processo de fabricação de álcool de uma Indústria sucroalcooleira, permitindo a padronização de um cronograma de atividades e subatividades para adequar a definição de modelo, instalação, documentação necessária e operação do vaso de pressão durante a fase de projeto do produto e processo, que engloba as etapas de projeto informacional, conceitual e detalhado da fabricação do produto.

Um outro objetivo é a elaboração de uma planilha de controle de qualquer vaso de pressão dentro da linha de produção que seja abordado todo o conteúdo exigido pela norma NR-13.

1.1.1 Objetivos Específicos

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram alcançados os seguintes objetivos específicos:

- Identificação de pilares que abrangem a norma regulamentadora NR-13 para assegurar o comprometimento com toda a norma;
- Separação dos tópicos mais relevantes da NR-13 que se aplica na Indústria em estudo;
- Elaboração de uma planilha de controle de vasos de pressão baseada nos pilares citados acima contendo todas informações necessárias ao usuário;
- Definição de atividades principais para a sistematização da adequação do tanque de condensado no processo de fabricação;
- Divisão das atividades principais em subatividades específicas para contemplar todo o processo de adequação do vaso;

- Elaboração de uma segunda planilha com um fluxograma de sistematização das atividades e subatividades definidas baseada nas etapas de projeto do tanque de condensado.

1.2 Justificativas

Ao constatar a inexistência de um modelo sistemático para a adequação e controle de vasos de pressão na Indústria em estudo, ficou clara a viabilidade de realizar um projeto de pesquisa com enfoque no tema.

A principal motivação para este projeto teve como consideração o atual aumento de normas e fiscalização em respeito à segurança do trabalho e ao mesmo tempo o aumento da busca pelo lucro em diversas Indústrias.

Espera-se que com o presente trabalho a Indústria em estudo consiga garantir maior segurança em seus equipamentos e aos colaboradores, além de evitar multas e maiores prejuízos financeiros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo foi destinado para explicação dos termos e conteúdos utilizados no trabalho, buscando referências em livros e trabalhos anteriormente publicados.

2.1 Indústria sucroalcooleira

Indústrias que realizam transformações físicas ou químicas de materiais sólidos ou fluidos são denominadas “Indústria de processos”, como por exemplo as refinarias de petróleo, Indústrias químicas e petroquímicas, indústrias sucroalcooleiras, entre outras.

As Indústrias sucroalcooleiras se enquadram nesta modalidade pelo fato de realizarem processos químicos e físicos em sua matéria prima (cana de açúcar) buscando a obtenção do álcool e açúcar. Na seção a seguir será realizada uma explicação sobre a cana de açúcar para contextualizar o projeto.

2.1.1 Cana de açúcar

A cana de açúcar está diretamente relacionada com a história do Brasil, tendo importante participação no desenvolvimento agrônomico e industrial. Com a valorização do etanol como uma das principais fontes de energia limpa, a cultura da cana de açúcar ganhou ainda mais força no cenário econômico, tornando o complexo sucroalcooleiro brasileiro como o mais moderno do mundo.

As condições climáticas e espaço geográfico do solo brasileiro são fatores que favorecem a ampliação da produção de cana de açúcar, além destas vantagens, o Brasil possui tecnologia de ponta em suas Indústrias sucroalcooleiras o que, também, favorece o aumento do volume de etanol produzido (GOES et al., 2008).

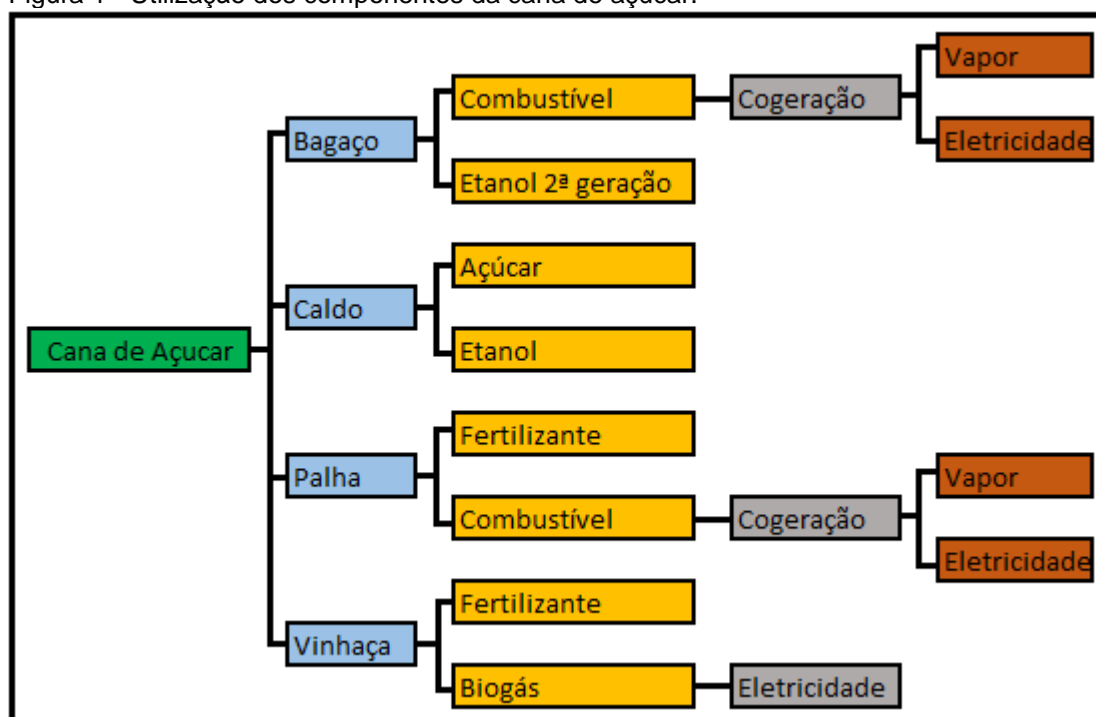
Outro ponto a ser destacado segundo (CARRIJO e MIZIARA, 2009) é a biomassa energética, gerada a partir da cogeração de energia através da vinhaça – resíduo obtido na destilação do álcool - e palha da cana de açúcar (apud CHIEPPE, 2012).

CHIEPPE (2012, p. 20) diz que “Os biocombustíveis devem ter ganho de energia líquida, benefícios ecológicos, serem economicamente competitivos e produzirem sem competir com o abastecimento de alimentos”.

Analisando os parâmetros descritos anteriormente a cana de açúcar possui vantagens em relação a outras culturas de plantação para a produção de biocombustível.

A partir de processos químicos e físicos a cana de açúcar é transformada em quatro elementos, sendo eles: Caldo, matéria prima para fabricação do álcool e açúcar; Bagaço, resíduo fibroso resultante da extração do caldo da cana; Vinhaça e a palha da cana de açúcar. Estes por sua vez serão destinados a outros processos para aproveitamento da matéria prima, como visto na Figura 1.

Figura 1 - Utilização dos componentes da cana de açúcar.



Fonte: Autoria própria.

Com a ilustração anterior é possível notar que a cana de açúcar é uma planta que apresenta um ótimo balanço de energia, visto que toda sua matéria prima é utilizada durante o processo, seja para a fabricação do álcool e açúcar propriamente dito, para a geração de vapor e eletricidade, ou até mesmo fertilizantes e biogás.

Com um melhor entendimento sobre a cana de açúcar, será apresentado na próxima seção algumas características do álcool produzido através da planta.

2.1.2 Aspectos do álcool etílico/etanol

O álcool etílico ou etanol - popularmente chamado de álcool - produzido em uma Indústria alcooleira é obtido através da fermentação de açúcares, hidratação do etileno ou redução do acetaldeído¹², encontrado no caldo da cana de açúcar fermentado.

O INPM – Instituto Nacional de Pesos e Medidas separa o álcool produzido em duas categorias, o álcool etílico anidro e o álcool etílico hidratado.

O anidro apresenta teor alcoólico mínimo de 99,3°, sendo composto apenas de etanol ou álcool etílico e é utilizado na gasolina C (gasolina + etanol) e matéria-prima em Indústrias de tintas, solventes e vernizes (CHIEPPE, 2012).

O hidratado apresenta um teor alcoólico mínimo um pouco menor, de 92,6°. Este é usado, também, como combustível e em Indústrias farmacêuticas, alcooquímicas e de bebidas (CHIEPPE, 2012).

A diferença entre os modelos de álcool está no teor de água contida no etanol, o anidro apresenta algo em torno de 0,5%, enquanto o hidratado possui cerca de 5% de água, em volume.

Assim como foi feito com o álcool, será apresentada uma breve explicação do açúcar produzido através da cana de açúcar na próxima seção deste trabalho.

2.1.3 Aspectos do açúcar

O processo de fabricação do açúcar é considerado como um processo de extração, visto que o açúcar já é produzido pela natureza, sendo concentrado no processo, variando conforme o tipo de açúcar desejado (MACHADO, 2012).

Existem várias modalidades de açúcar conforme o processo utilizado para extração e concentração dos mesmos, se dividindo em dois grandes grupos, os sólidos e os líquidos.

Os sólidos apresentam maior variedade, entre eles o açúcar refinado granulado, cristal, demerara, branco (para exportação), mascavo, orgânico, refinado

amorfo, “*Very High Polarization*” (VHP), de confeiteiro e light. Por sua vez, dentre os líquidos estão o xarope de açúcar invertido e xarope simples (MACHADO, 2012).

Em escala Industrial, os dois tipos mais fabricados no Brasil são o açúcar cristal branco e o açúcar demerara.

Apesar da breve explicação sobre os produtos fabricados nas Indústrias Sucroalcooleiras é possível identificar que para que isto ocorra é necessária uma complexa linha de produção e um equipamento que é essencial para estes processos é o vaso de pressão, que será detalhado com mais calma nas seguintes seções.

2.2 Vasos de pressão

Visto a importância de uma Indústria sucroalcooleira na economia brasileira e, também, o princípio de fabricação do álcool e do açúcar, é preciso entender melhor sobre funcionamento e construção dos vasos de pressão, essenciais para os processos de fabricações citados.

Segundo TELLES (1996, p. 1) “o nome vaso de pressão (*pressure vessel*) designa genericamente todos os recipientes estanques, de qualquer tipo, dimensões, formato ou finalidade, capazes de conter um fluido pressurizado”.

Ou seja, o nome “vaso de pressão” está associado a vários equipamentos existentes em linhas de vapor, ar comprimido, água, entre outros fluidos de diferentes tipos de Indústrias, desde que estes estanquem fluidos pressurizados.

Estes equipamentos podem ser classificados como vasos sujeitos a chama (caldeiras e fornos) e vasos não sujeitos a chama (vasos de armazenamento e de acumulação, torres de destilação fracionada, retificação, absorção, reatores diversos e trocadores de calor nas suas diversas formas) (TELLES, 1996).

2.2.1 Formatos de vasos de pressão

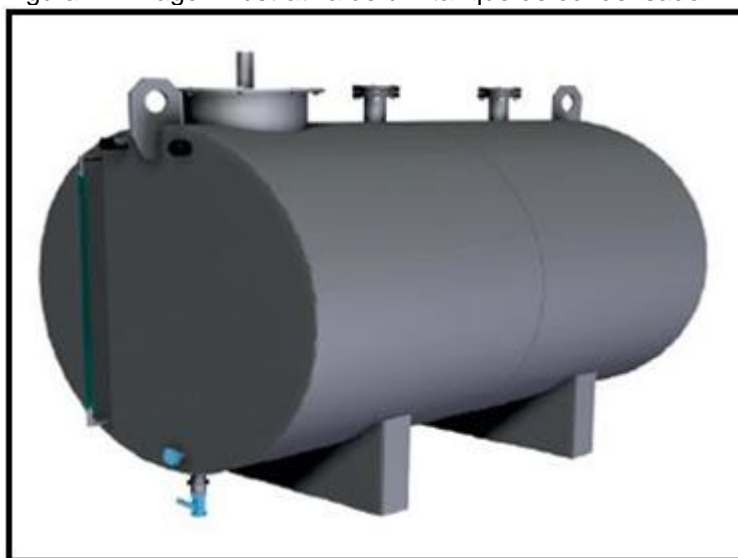
Em sua grande maioria, os vasos são formados de um ou mais casco (corpo) e dos tampos de fechamento. Tanto os cascos quanto os tampos podem ter diferentes formatos, sendo os cascos cilíndricos verticais e horizontais os mais comuns, porém podendo ser, também, cônicos ou esféricos. Por sua vez, os tampos

podem apresentar formatos elípticos, toriesféricos, hemisféricos e cônicos (TELLES, 1996).

Apesar da variedade de formatos apresentados, os vasos de pressão devem ser projetados e fabricados, aqui no Brasil, conforme o código ASME VIII (norma americana para projetos de vasos de pressão) (ASME VIII, 1975).

A Figura 2 é uma imagem ilustrativa de um tanque de condensado de corpo cilíndrico horizontal, com tampo plano.

Figura 2 - Imagem ilustrativa de um tanque de condensado.



Fonte: (ENGECASS CALDEIRAS, 2018)

O trabalho proposto estuda um tanque de condensado de corpo cilíndrico horizontal semelhante ao da Figura 2, porém com tampo toriesférico e com válvulas e entradas diferentes para o tanque do que o apresentado na figura.

Como visto um vaso de pressão pode apresentar diversos formatos de corpo, tampo, além de variados tipos de bocais e com isso surge a necessidade da existência de normas para regularizar estes equipamentos, que serão apresentadas na próxima seção.

2.2.2 Normas de projeto de vasos de pressão

Devido ao avanço tecnológico e principalmente de troca de informações, aumentou-se o número de normas regentes que padronizam exigências de projetos ou de serviços.

Uma norma de projeto para um mesmo equipamento pode variar conforme o país ou órgão emissor da norma, devendo a empresa de projetos seguir a norma regente no país de atuação da mesma.

O aumento do número de normas de projetos regentes e atualizadas gerou, também, um aumento na segurança de pessoas que trabalham ou fabricam estes equipamentos.

Vasos de pressão se enquadram como equipamentos de risco, devido à alta pressão de atuação e por isso existem algumas normas de projeto, sendo as mais conhecidas o código ASME (normas americanas) e BS-5500 (norma inglesa) que apresentam critérios, fórmulas de cálculos, exigências de detalhes de projeto e além disso, contém também regras, detalhes e exigências referentes à fabricação, montagem e inspeção de vasos de pressão. Uma outra norma conhecida é a SNCTTI (*“Syndicat National de la Chaudronnerie, Tolerie et Tuyauterie Industrielle”*), norma francesa que inclui apenas dados relativos a projetos, porém, apresenta comentários justificativos (TELLES, 1996).

No Brasil, a norma regente para vasos de pressão é a Norma Regulamentadora Número 13 (NR - 13), porém ela não se preocupa em especificar detalhes do projeto e sim classificar e definir tempos de inspeção para cada classificação de vaso, além de classificar, também, caldeiras e tubulações (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

As empresas de projetos do Brasil, seguem o código ASME para especificações de projeto, porém não é de uso legal obrigatório, e a NR – 13 para classificação e inspeção dos vasos, esta sim de uso legal obrigatório em todo território nacional. O código ASME será melhor detalhado a seguir.

2.2.2.1 Código ASME

O código ASME (*“American Society of Mechanical Engineers”*) é dividida em seções, sendo cada seção um tópico abordado e o uso desta norma é de uso legal obrigatório em alguns Estados Americanos. A seção referente a vasos de pressão é a seção VIII (TELLES, 1996).

2.2.2.1.1 Código ASME, Seção VIII, Divisão 1

O código ASME, seção VIII anteriormente citado é uma norma americana específica para vasos de pressão, sendo esta a mais seguida e aceita na hora de escolher materiais, realizar os cálculos de projetos e o projeto em si.

A Divisão 1 abrange a maioria dos vasos de pressão, a não ser vasos sujeitos a chama e para ocupação humana, vasos que possuem diâmetros de 6” ou menos, vasos com baixa pressão de operação, entre 0 e 1 kg/cm², ou pressões elevadas acima de 200 kg/cm², também não inclui vasos para água pressurizada com pressão de operação até 20 kg/cm² e temperatura até 99 °C, além de vasos para água quente com capacidade de até 0,454 m³, temperatura de operação até 99 °C e carga térmica até 200.000 BTU (TELLES, 1996).

A Divisão 1 apresenta uma série de fórmulas simples de cálculo dando a espessura necessária de cascos e tampos, por isso a existência de modelos mais comuns nos projetos de vasos de pressão. Isto ocorre devido a facilidade e fórmulas que a divisão apresenta, sendo um cálculo mais rápido e prático, sem a necessidade de um estudo mais aprofundado de elementos finito nos objetos projetados (cascos e tampos).

2.2.2.1.2 Código ASME, Seção VIII, Divisão 2

Nesta Divisão se enquadrarão todos os vasos que não foram enquadrados na Divisão 1, ou seja, vasos sem limites de pressão máxima, vasos instalados em embarcações (muito utilizado em Indústrias petroquímicas) e vasos sujeitos a chama, desde que não se enquadrem como caldeiras e vasos nucleares (TELLES, 1996).

Aqui nesta Divisão a engenharia é mais presente nos estudos de fadigas dos elementos, pois não existem formatos estabelecidos, qualquer modelo de casco e tubo pode ser fabricado, desde que atenda aos requisitos mínimos da norma.

Além de poder ter os formatos livres, esta Divisão permite tensões mais elevadas do que as da Divisão 1 e com isso os vasos podem apresentar menores espessuras e menor peso (TELLES, 1996).

Apesar de apresentarem espessuras e pesos menores do que os vasos projetados através da Divisão 1, para garantir uma segurança equivalente, na Divisão 2 existe uma série de exigências adicionais de projeto, cálculo, materiais, fabricação e inspeção (TELLES, 1996).

A Divisão 1 é mais viável economicamente para aços carbono e aços de baixa liga de até 50mm e aços inoxidáveis de até 31mm, acima destes limites a Divisão 2 se torna mais viável (TELLES, 1996).

2.2.2.2 Norma Regulamentadora - 13

Enquanto o código ASME seção VIII se preocupa em especificar parâmetros de projetos, materiais, formatos e cálculos de projetos, a NR-13 (Norma Regulamentadora – 13) se preocupa em classificar, determinar dispositivos de segurança necessários, documentações necessárias e inspeção dos vasos de pressão, caldeiras e tubulações. No presente trabalho irá se preocupar apenas com a parte da norma que se refere a vasos de pressão.

Apesar da NR-13 ser uma norma que não se preocupa em especificar o projeto, ela exige que as empresas possuam um prontuário do vaso de pressão, quem contém: 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; Dados do dispositivos de segurança; Ano de fabricação e categoria do vaso (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

As empresas brasileiras que possuem vasos de pressão em suas instalações têm obrigação de estar de acordo com esta norma, apresentando toda

documentação necessária, dispositivos de segurança, inspeções realizadas nos vasos e classificação destes.

Com as normas mais conhecidas e seguidas pelas empresas nacionais que fabricam e trabalham com vasos de pressão apresentadas e detalhadas, será feita na próxima seção uma maior explicação do vaso de pressão em estudo, o tanque de condensado.

2.2.3 Tanque de condensado

Dentro do processo de fabricação do álcool são utilizados equipamentos chamados de tanque de condensado, que se enquadram dentro da categoria de vasos de pressão.

Por ser um processo complexo e de alto custo industrial, as empresas buscam atingir maior economia em todos os pontos possíveis e isso acontece no sistema de vapor do processo.

Após a retirada do caldo da cana (água + sacarose) ele vai para um processo de aquecimento, realizado através de trocadores de calor. Nos trocadores é utilizado vapor para realizar a troca de calor.

Após a troca de calor entre caldo e vapor, parte deste vapor perdeu energia e com isso, temperatura, e acaba se condensando. Com isto, após a passagem pelo trocador, a linha de vapor atuará com uma mistura de vapor + condensado, o que diminui a eficiência e qualidade do processo.

O condensado é retirado da linha através de um equipamento chamado purgador, que realiza a separação dos fluidos. Após esta separação o condensado é enviado para um tanque, onde será armazenado até a próxima etapa do processo, chamado de tanque de condensado.

O tanque de condensado se enquadra como vaso de pressão, uma vez que ele estanca este fluido com uma pressão elevada.

Além de aumentar a eficiência do vapor que continuará o processo, a retirada de condensado da linha de vapor traz economia na geração de vapor, pois com o auxílio de bombas, o mesmo retornará para a caldeira e se tornará novamente em vapor superaquecido. Portanto reduz o número de desperdícios economizando toneladas de bagaço de cana queimados na caldeira.

Todo projeto de vaso de pressão possui características únicas devido a singularidades do processo que será inserido, por isso para cada novo produto pode ser usada a metodologia de desenvolvimento de produto, que é mais bem detalhada na seção a seguir.

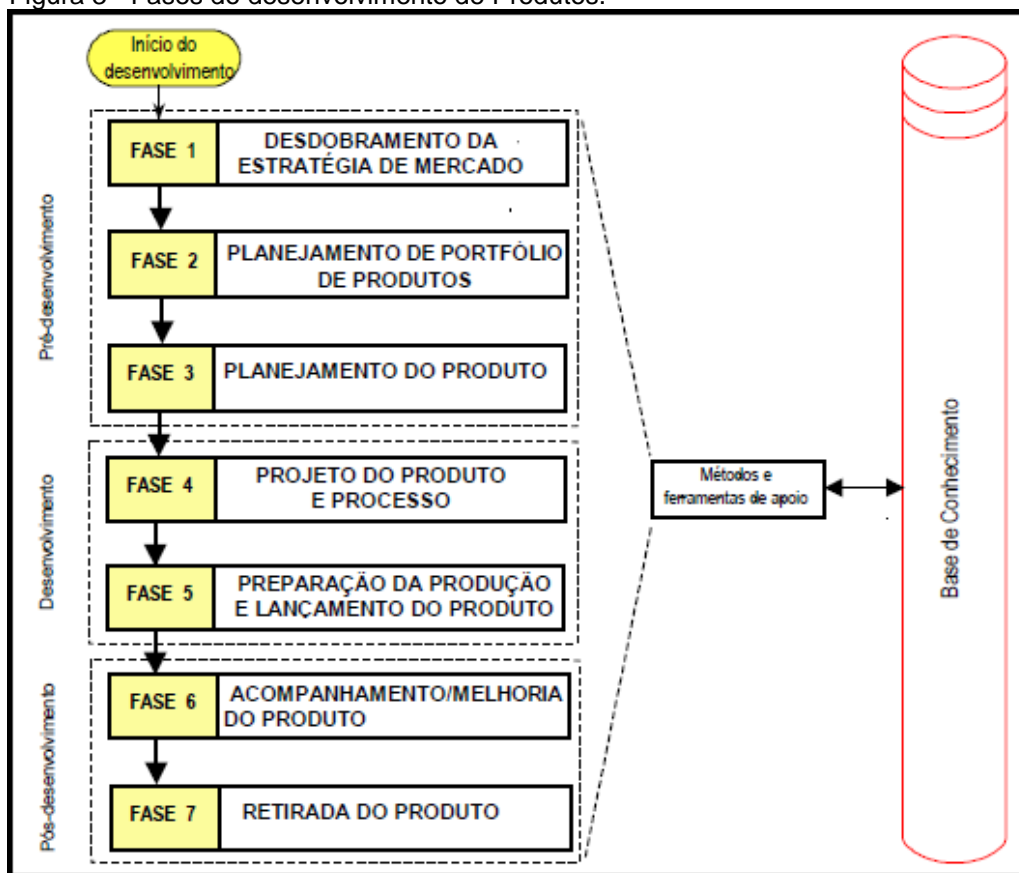
2.3 Metodologia de projeto

Para fabricar um equipamento, seja ele um produto novo ou não, a empresa fabricante precisa ter um controle rigoroso sobre os processos que este equipamento passará até que saia como um produto final inserido no mercado.

Quando se pensa em desenvolvimento de produto, ou seja, um produto novo, além dos processos rigorosos de fabricação já existentes é necessário entender outros aspectos para que seja possível a elaboração deste, sem que ocorra prejuízos por parte da empresa.

(FORCELLINI, 2002) separa o desenvolvimento de produto em sete fases, onde levam-se em consideração aspectos como planejamento para sua produção, distribuição, vendas, utilização, descarte, entre outros. A Figura 3 mostra esse processo.

Figura 3 - Fases do desenvolvimento de Produtos.



Fonte: (FORCELLINI, 2002)

Como pode ser visto na Figura 3, (ROZENFELD, 2006) separa o desenvolvimento em três macro fases, que ele chama de Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento.

Outro ponto destacado é a importância da utilização de métodos e ferramentas, além da base de conhecimentos já existentes na empresa. Isto é um fator crucial a ser levado em consideração quando realizar um desenvolvimento de produto, pois economizará tempo e evitará erros recorrentes.

O presente trabalho se refere a uma sistematização parcial do processo de projeto exatamente por atuar apenas em uma das fases detalhada na Figura 2. A ideia central é de adequar uma instalação segundo normas vigentes de acordo com o andamento do desenvolvimento do projeto de um tanque de condensado, uma vez que um vaso de pressão pelas suas particularidades são praticamente sempre novos projetos.

O trabalho se aprofundará na fase 4, projeto do produto e processos, que em seguida será dividida em mais etapas, cada uma com atividades bem definidas.

2.3.1 Projeto do produto e processos

Segundo (FORCELLINI, 2002) a fase de projeto do produto e processo é a primeira fase que está inserida na fase de desenvolvimento. Seguindo o cronograma de desenvolvimento de produto, o produto chegará nesta fase sem formato, componentes, materiais, sem saber como deverá operar e avançará para a próxima fase com estes pontos definidos, com desenhos completos e especificações, ou seja, com informações que seja possível produzir o produto.

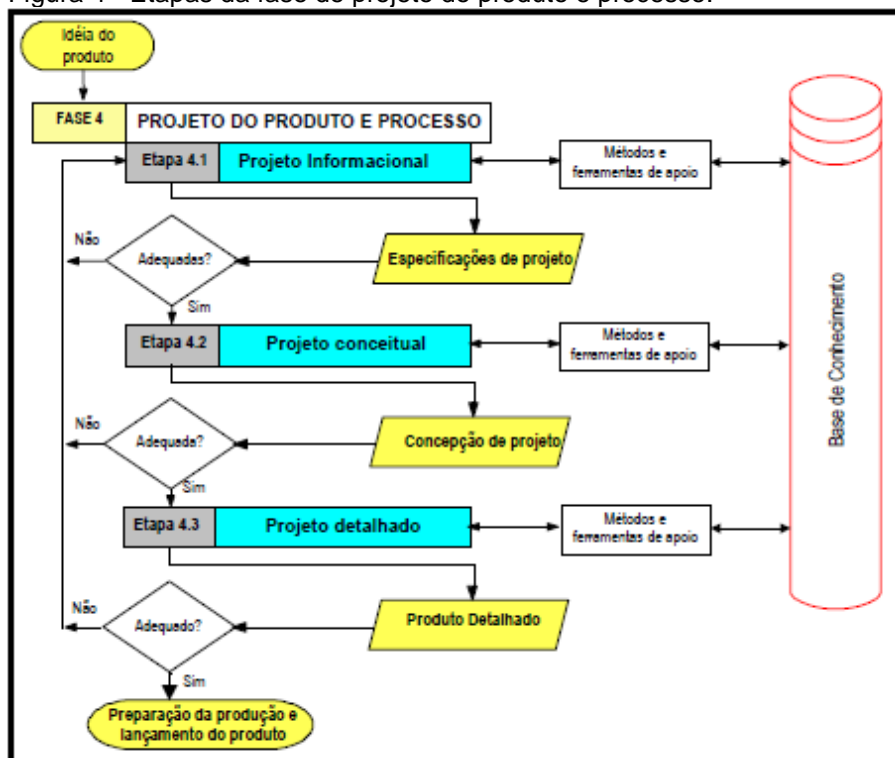
Assim como (FORCELLINI, 2002) definiu todas as fases do desenvolvimento de um produto, ele também destrinchou a fase de projeto do produto e processo em mais três etapas, como é visto na Figura 4.

As etapas são: projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado, onde cada uma terá atividades cruciais para a definição do “*Layout*” do produto em desenvolvimento.

A etapa de projeto informacional será onde a equipe do desenvolvimento coletará todas as informações necessárias para entender o problema que buscam solucionar, lembrando que todo projeto surge através da necessidade de solucionar um problema.

Portanto, é no final desta etapa que a equipe apresentará os dados necessários para a construção de um protótipo.

Figura 4 - Etapas da fase de projeto do produto e processo.



Fonte: (FORCELLINI, 2002)

Assim que o produto tiver a etapa de projeto informativo finalizada, ele avançará a etapa de projeto conceitual. A respeito dessa fase, é preciso considerar que:

O projeto conceitual é tido como a etapa mais importante na fase de projeto de um produto, pois as decisões tomadas nessa etapa influenciam sobremaneira os resultados das fases subsequentes. O projeto conceitual é a etapa do processo de projeto que gera, a partir de uma necessidade detectada e esclarecida, uma concepção para um produto que atenda da melhor maneira possível esta necessidade, sujeita às limitações de recursos e às restrições de projeto. O modelo de produto obtido ao final dessa fase é a **concepção do produto**, que, representa a solução fundamental que desempenha a função global. (FORCELLINI, 2002, capítulo 2, p.7)

Nesta etapa serão definidas as funções do produto, de forma geral e parcial, assim como a estrutura de funções do produto. Com isso a necessidade de evitar preconceitos já existentes surge, para que se busque soluções novas e que realmente consiga englobar todo o problema apresentado.

A última etapa desta fase é o projeto detalhado, este período pode ser considerado como o acabamento do projeto, pois aqui será desenvolvido de acordo

com critérios pré-estabelecidos e de uma concepção que veio da etapa anterior a um “*layout*” definitivo do produto.

Esta etapa engloba ações como documentação para fabricação do produto, procedimentos de produção, tolerâncias, problemas referentes a montagem do produto, normas e procedimentos padronizados que devem ser usados conforme a necessidade de fabricação, equipamentos e ferramentas necessárias, além de reavaliar viabilidade técnica e materiais que serão utilizados.

Ao final desta etapa a fase de projeto do produto e processo se encerra e o desenvolvimento do produto segue a sequência apresentada por (FORCELLINI, 2002).

Para possuir um maior controle e melhor gerenciamento das informações foi necessário a elaboração de planilhas com o auxílio de um “*software*”, o Excel. A próxima seção possui detalhamento e explicação do software utilizado.

2.4 Software Excel

Para a elaboração do trabalho proposto foi necessário a montagem de dois fluxogramas, o primeiro referente ao controle dos vasos de pressão dentro da Indústria e o segundo de atividades e subatividades da Indústria sucroalcooleira conforme o andamento do desenvolvimento de projeto da empresa fabricante do tanque de condensado.

Este fluxograma foi feito dentro do software Excel que apresenta ferramentas que auxiliou na sua construção.

O Excel é um programa que auxilia na elaboração de planilhas com códigos de programação embutido, facilitando determinadas atividades e colaborando com a organização de dados.

Além disso, foi possível conectar células (espaços em branco para inserir dados dentro do software) com informações da NR-13 e o andamento do projeto de fabricação do vaso de pressão.

3 METODOLOGIA

O trabalho proposto teve sua metodologia definida baseada nos elementos essenciais, sendo eles: procedimentos, finalidade, objetivo e quanto à aquisição de informações.

Em relação aos procedimentos, a pesquisa foi denominada como operacional, pois o estudo se baseou em uma investigação de forma sistemática e racional dos processos envolvidos para selecionar a melhor opção para a tomada de decisões.

A finalidade deste projeto foi considerada uma pesquisa aplicada estratégica, visto que o objetivo é melhorar o método utilizado atualmente pela Indústria Sucroalcooleira na adequação de um novo tanque de condensado.

Quanto aos objetivos, sua investigação foi classificada como descritiva, uma vez que seu estudo se baseou em coletas de informações com a Usina.

Por fim, a metodologia foi definida quanto à aquisição de referências, que diz respeito à forma em que os dados e informações serão coletados, as análises realizadas e como os resultados serão interpretados. O projeto foi definido como pesquisa documental, pois, utilizou-se documentos e processos atuais da Indústria Sucroalcooleira em estudo para alcançar os resultados (JUNG, 2004).

Em relação a essa aquisição de dados, em conjunto com a Indústria que apresenta o equipamento em estudo em suas instalações, foi possível obter documentos e processos internos realizados na adequação de novos vasos de pressão, inclusive o tanque de condensado. A seguir é descrito a ordem em que estes dados foram obtidos.

Primeiro coletou-se dados referentes ao tanque de condensado, como documentação, projeto de fabricação do mesmo e dados de operação. Estes dados não apresentam controle rigoroso das informações.

Adquiriu-se, também, informações a respeito de processos internos e do modelo atual da Indústria de adequar um novo tanque de condensado e constatou-se a falta de uma metodologia bem definida e organizada.

Por questões de sigilo não serão apresentados nenhum documento da Indústria em estudo, assim como informações do equipamento ou processo da mesma.

Com base nos dados adquiridos e do objetivo geral deste trabalho foram elaborados dois documentos para sistematizar a adequação de um novo vaso na planta e um segundo para adequar e controlar os vasos já existentes. A seguir será demonstrado como cada um desses documentos foram elaborados, começando pela planilha de controle.

3.1 Planilha de controle de vasos de pressão

A partir da necessidade de melhorar o controle das informações do tanque de condensado dentro da Indústria em estudo foi elaborada uma planilha totalmente baseada nas informações contidas na norma vigente em território nacional para vasos de pressão, NR – 13.

Para garantir um controle completo dos pontos exigidos pela norma, separou-se a NR – 13 em alguns “pilares” para contemplar todas as exigências, como pode ser visto a seguir de maneira detalhada.

3.1.1 Formato da planilha

A planilha contém um “*menu*” que apresenta um fluxograma ao usuário, sendo cada célula do fluxograma um dos pilares citados anteriormente. Neste “*menu*” cada célula do fluxograma apresenta uma aba distinta com as informações necessárias a respeito da NR – 13.

Estas células contém o link da aba específica e o usuário pode navegar pela planilha clicando na célula que desejar ou começando pela primeira célula que é referente a aquisição de dados do equipamento, como pode ser visto a seguir.

3.1.2 Dados do equipamento

Na aba de dados do equipamento o usuário informará alguns dados técnicos do equipamento que estiver trabalhando, como por exemplo pressão e volume interno, além de responder um formulário com questões que a NR – 13 trás para identificar se o equipamento se enquadra como vaso de pressão ou não.

Entre as questões estão: Se o equipamento possui código de projeto para fabricação de vaso de pressão (ASME VIII), pois para caracterizar um equipamento

como vaso de pressão o mesmo necessita de um código de projeto específico; Se o equipamento é destinado à transporte de produtos portatil ou trasportáveis, se é destinado a ocupação humana; Se faz parte de sistema auxiliar de pacote de máquina; Se o diâmetro é inferior a 150 milímetros; Se o equipamento se enquandra como serpentina para troca térmica e se o produto “Pressão x Volume interno” é maior que 8, a não ser que possua um fluido de Classe A.

Todas estas questões foram retiradas da NR – 13 e caso alguma destas seja verdadeira o equipamento não se enquadrará como vaso de pressão. Todos estes tópicos se encontram no ANEXO III da NR – 13 atualizada. Conforme dito anteriormente, baseado nas respostas das questões acima a planilha retornará se o equipamento em estudo é um vaso de pressão ou não (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

Seguindo o fluxograma o usuário passará para a segunda aba da planilha, como o nome de “Categoria do vaso”, como visto a seguir.

3.1.3 Categoria do vaso

Nesta aba o usuário não precisará preencher nenhuma informação, a planilha utilizará os dados informados na aba anterior para categorizar o equipamento em estudo (caso seja verificado que o mesmo é um vaso de pressão na aba “Dados do equipamento”).

Para categorizar os vasos de pressão o ANEXO IV da NR – 13 diz que estes são classificados em categorias segundo o tipo de fluido e o potencial de risco (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

Os fluidos são separados em quatro classes (A, B, C e D) e o potencial de risco se baseia no produto PV (Pressão x Volume interno) do equipamento, sendo dividido em 5 grupos, onde:

- Grupo 1 – $PV \geq 100$;
- Grupo 2 – $PV < 100$ e $PV \geq 30$;
- Grupo 3 – $PV < 30$ e $PV \geq 2,5$;
- Grupo 4 – $PV > 2,5$ e $PV \geq 1$;
- Grupo 5 0 $PV < 1$.

A partir destas duas informações a NR – 13 traz uma tabela onde as informações se cruzam e trás a categoria do vaso de pressão, como será mostrado no capítulo 4 e seção 4.1.2 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

Depois de categorizar o vaso, a próxima etapa do fluxograma é a aba de documentação, como mostrado a seguir.

3.1.4 Documentação

A documentação talvez seja onde a NR – 13 possui maior fiscalização e cobrança, pois são os documentos que garantem bom funcionamento dos vasos de pressão.

A aba de documentação conta com três formulários que o usuário deverá responder, o primeiro se diz respeito a todos documentos necessários, o segundo é referente aos documentos que contempla o prontuário e o terceiro para casos específicos de vasos de pressão de Categoria I ou II que são documentos que juntos formam o Manual de operação próprio cobrado pela NR – 13. A seguir será explicado cada um destes formulários.

3.1.4.1 Documentação necessária

O formulário de documentação necessária foi elaborado a partir do tópico 13.6.4 da NR – 13, o qual diz que todo vaso de pressão deve conter no estabelecimento em que estiver instalado a seguinte documentação atualizada:

- Prontuário do vaso de pressão;
- Registro de segurança;
- Projeto de alteração ou reparo;
- Relatórios de inspeção.

E segundo o tópico 13.8.1, caso o vaso de pressão esteja enquadrado nas categorias I ou II deverá possuir, também, o manual de operação próprio, que será explicado a diante na seção 3.1.4.3 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

A seção a seguir mostra quais documentos formam o prontuário do vaso de pressão.

3.1.4.2 Prontuário do vaso de pressão

O prontuário do vaso de pressão é um conjunto de documentos referente a fabricação do vaso, seu conjunto contém segundo o tópico 13.6.4 – Letra a) da NR – 13: 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 e Categoria do vaso (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017)..

O último formulário diz respeito ao manual de operação próprio, como visto a seguir.

3.1.4.3 Manual de operação próprio

Segundo o tópico 13.8.1 da NR – 13 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017), todo vaso de pressão que se enquadrar na categoria I ou II deve conter o manual de operação próprio, que é formado por quatro procedimentos, sendo eles:

- Procedimentos de partidas e paradas;
- Procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;
- Procedimentos para situações de emergência;
- Procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente.

Após a verificação da documentação do equipamento conforme cobrado na NR – 13 o usuário prosseguirá para a aba de instalação do equipamento.

3.1.5 Instalação

A aba de instalação, seguindo o mesmo padrão, foi formulada com questões para o usuário responder com “sim” ou “não” e baseado nas respostas a planilha retornará se está conforme NR – 13 ou não.

A primeira questão diz respeito ao tópico 13.7.1, onde diz que 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 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017)..

Após essa questão o usuário responderá questões referente ao tópico 13.7.2 da NR – 13, sendo elas:

- Se o vaso fica em ambiente aberto;
- Se o vaso possui pelo menos duas saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
- Se o vaso possui acesso fácil e seguro para atividades de manutenção, operação e inspeção;
- Se o local apresenta iluminação conforme normas oficiais vigentes;
- Se o local apresenta sistema de iluminação de saída de emergência;
- Se o local possui ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas.

Conforme a resposta da primeira questão sobre ser ambiente aberto ou fechado a norma muda alguns requisitos essenciais, portanto a planilha retornará se as questões sobre instalação estão conforme NR – 13 baseado em todas as respostas.

Após as questões referentes a instalação do equipamento, a planilha avança para a aba de inspeções, onde é visto a seguir.

3.1.6 Inspeções

Na aba de inspeções o usuário não precisará preencher nenhum campo, pois aqui foi colocado somente informações da NR – 13 por se tratar de informações tabeladas, que seriam as datas e tipos de exames necessários. O usuário somente precisará saber se este serviço será feito por colaboradores da própria Indústria ou por terceiros.

As tabelas de periodicidade das inspeções foram retiradas do tópico 13.10.3 da NR – 13 e elas poderão ser visualizadas na seção 4.1.5 deste trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

A próxima aba diz respeito as informações sobre treinamentos dos colaboradores, como visto a seguir.

3.1.7 Treinamentos

A aba de treinamentos contém um formulário com apenas duas questões para o usuário responder, para verificar a conformidade com a NR – 13. As questões são:

- Se o colaborador possui certificado de “Treinamento de segurança na operação de unidade de processo” expedido por instituição competente para o treinamento;
- Se possui experiência comprovada na operação de vasos de pressão das categorias I ou II de pelo menos 2 (dois) anos antes da vigência da NR – 13.

Ambas questões foram retiradas do tópico 13.8.4 da NR – 13. A planilha retornará se os colaboradores estão aptos baseado nas respostas do usuário (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017).

A última aba referente ao controle dos vasos diz respeito a segurança na manutenção dos vasos, como pode ser visto na próxima seção.

3.1.8 Segurança na manutenção do vaso

A última aba em que o usuário deverá responder um formulário para verificar conformidade com a NR – 13 é a aba de segurança na manutenção do vaso. O formulário contém duas questões, sendo a primeira baseada no tópico 13.8.2 da NR – 13 e a segunda sobre sistemas de controle, sendo elas:

- Se os instrumentos e controles de vasos de pressão estão calibrados e em boas condições de operação;
- Se no vaso possui algum artifício que neutraliza seus sistemas de controle e segurança do vaso.

Após verificado a conformidade do equipamento em estudo com estas últimas questões, o usuário irá obter um equipamento totalmente conforme a NR – 13 que é a norma vigente em território nacional para vasos de pressão.

Com isso o trabalho passa para o segundo documento que é responsável pela sistematização de um novo vaso de pressão, como mostrado a seguir.

3.2 Sistematização para adequação do tanque de condensado

Através da metodologia de (FORCELLINI, 2002) e o modelo atual de adequamento de novos vasos de pressão da Indústria foram elaboradas as etapas existentes na adequação de um novo vaso de pressão, desde a instalação até a operação do mesmo.

Estas etapas foram agrupadas em um modelo sistemático de atividades e subatividades feitas no software Excel em formato de fluxograma em planilhas dentro de um único documento. As atividades foram separadas por etapas do projeto de fabricação do tanque de condensado, fazendo com que cada atividade tivesse objetivo de amarrar informações necessárias para a adequação do equipamento.

A elaboração das atividades chaves e subatividades foram feitas em conjunto com o colaborador responsável dos vasos de pressão na Indústria sucroalcooleira, o que favoreceu a validação do modelo. A seguir será demonstrado as atividades de cada etapa de projeto.

3.2.1 Formato da planilha

A planilha contém quatro abas, sendo a primeira um “*menu*” que apresenta o fluxograma da adequação, com as três etapas de projeto (projeto informacional, conceitual e detalhado).

As três abas restantes são destinadas a cada etapa de projeto com todas as atividades referentes. O usuário deve começar pela aba de projeto informacional, detalhada a seguir.

3.2.2 Projeto informacional

O objetivo da etapa de projeto informacional era elaborar atividades chaves para recolher todas as informações necessárias para que ao final desta etapa a

Indústria tenha conhecimento de todos os aspectos necessários para instalação de um novo vaso de pressão.

Com isso o usuário avançará a etapa de projeto conceitual.

3.2.3 Projeto conceitual

A partir das informações colhidas no projeto informacional o usuário da planilha avança para a etapa de projeto conceitual, onde apresentará atividades-chaves voltadas para elaboração, em conjunto com o fornecedor do equipamento, do conceito do vaso de pressão que a Indústria sucroalcooleira procura.

Finalizado essa etapa, o usuário da planilha seguirá para a etapa final, a etapa de projeto detalhado.

3.2.4 Projeto detalhado

Com o conceito de produto pronto, o usuário da planilha seguirá para a etapa de projeto detalhado. Essa etapa consiste em atividades-chaves voltadas para a fabricação física do vaso de pressão, alocação e montagem do mesmo, realização de testes necessários, verificação da documentação e operação do vaso.

Após esta etapa o vaso se encontrará adequado na Indústria conforme a norma NR – 13 e em boas condições de operação.

A partir da metodologia proposta foi possível elaborar os dois documentos e realizar o objetivo proposto para a sistematização parcial de adequação do tanque de condensado dentro da linha de processo da Indústria Sucroalcooleira, como pode ser visto com mais detalhes no capítulo a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados obtidos referentes ao equipamento em estudo e também a processos da Indústria sobre a adequação de vasos de pressão foram identificados dois pontos a serem tratados.

O primeiro foi a necessidade de ter um melhor controle sobre as informações dos vasos e com isso criou-se uma planilha de controle onde teve como base a NR-13 atualizada por meio da portaria nº 1.084, de 28 de setembro de 2017. Além disso, um curso de NR-13 realizado na empresa, durante o período de estágio na Indústria Sucroalcooleira em questão foi utilizado como referência. Neste curso o ministrante dividiu a norma em alguns pilares a serem seguidos para facilitar o entendimento e garantir um maior controle dos equipamentos que se enquadram na mesma. Estes pilares eram: Categoria do vaso; Documentação; Instalação; Inspeções; Treinamentos e Segurança.

A planilha de controle criada consiste nas principais informações dos pilares citados acima, sendo uma planilha dinâmica que retorna ao usuário informações sobre o vaso de pressão, por exemplo, se o mesmo está adequado em relação a documentação ou não.

A segunda foi a própria sistematização de um novo tanque de condensado na planta da Indústria que apresentava um modelo defazado e não apresentava uma metodologia definida de atividades.

Partindo do que foi dito anteriormente coletou-se os dados referentes aos processos de adequação já existente e organizou-se através de uma metodologia em fluxograma de atividades baseado nas fases de projeto do tanque de condensado.

As duas planilhas serão descritas nas seguintes seções deste trabalho, onde serão apresentadas as abas das planilhas e descrito a finalidade das mesmas, de maneira que possa ser possível compreendê-las.

4.1 Planilha de controle de vasos de pressão

Como dito anteriormente, nesta etapa do trabalho elaborou-se uma planilha no *software* Excel baseada nos pilares citados acima que abrangem a NR-13 sobre vasos de pressão.

A planilha tem um “*menu*” em formato de fluxograma, sendo cada atividade do “*menu*” um pilar. É possível verificar este fluxograma na imagem da Figura 5.

Figura 5 – Menu da planilha de controle.



Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que o “*menu*” apresenta um caminho único de atividades a serem executadas para manter o controle do vaso de pressão, isso facilita o uso da planilha pelo usuário e atrela atividades que possuem dependência.

Cada uma destas atividades contém tópicos da NR-13 e dá espaço para o usuário inserir informações sobre o vaso de pressão que será adequado na linha de processo. A partir deste conjunto de dados a planilha retornará ao usuário como o equipamento está enquadrado perante norma.

A primeira atividade de controle do fluxograma é referente aos dados do equipamento que será inserido na planta. No tópico a seguir está descrito como essa parte da planilha funciona e quais pontos da norma ela abrange.

4.1.1 Dados do equipamento

Nesta primeira etapa o usuário deverá informar à planilha qual a classe do fluido que o equipamento irá conter, qual a pressão que ele operará e qual o volume interno em metros cúbicos e, com isso, ela retornará o valor do produto entre pressão e volume, que é utilizado para categorizar o vaso.

Fora isso, essa planilha contém um espaço destinado a um conversor de unidades, visto que na maioria dos casos práticos os vasos contém unidade de pressão em Kilograma força por centímetro quadrado [Kgf/cm²]. O conversor converte para Kilopascal [KPa] que é a unidade utilizada na realização do produto.

Por fim, dentro da planilha, na aba de dados do equipamento foi inserido um formulário em que o usuário responderá com um “X” em “Sim” ou “Não” para cada uma das perguntas, como visto na Figura 6.

Figura 6 – Aba de dados do equipamento.

DADOS		INFORMAÇÕES	
Classe do Fluido:		RESPONDER COM "X"	
Pressão (KPa):		SIM	NÃO
Volume interno (m ³):			
Produto P x V:			
Conversor de Kgf/cm² para Kpa			
Pressão de operação em Kgf/cm ² :			
Valor em Kpa:			
	O equipamento é novo?		
	O equipamento já foi reparado ou alterado?		
	A geometria do equipamento é de um vaso?		
	Possui código de projeto para fabricação de vaso de pressão? (geralmente ASME VIII)		
	É destinado à transporte de produtos, portatil ou transportáveis?		
	É destinado à ocupação humana?		
	Faz parte de sistema auxiliar de pacote de máquinas?		
	O diâmetro é inferior a 150 [mm]?		
	Se enquadra como serpentina para troca térmica?		
	O Produto "Pressão x Volume interno" é maior que 8?		
	Fluido é categorizado como "CLASSE A"?		

MENU
Próximo

NR-13

Fonte: Autoria própria.

A planilha retornará ao usuário se o equipamento prescrito é considerado um vaso de pressão ou não, conforme NR-13, a partir das respostas inseridas neste formulário.

Com isto é possível ter melhor controle sobre o equipamento em questão e se atentar a questões como a unidade de medida que deve se utilizar para realizar as contas do produto entre pressão e volume interno do vaso e características de fabricação do vaso que será fornecido pelo fabricante.

Tendo informado os dados do vaso de pressão, a próxima atividade será referente a categoria em que o vaso se enquadra conforme NR-13, que pode ser vista com mais detalhes na seção seguinte.

4.1.2 Categoria do vaso de pressão

Aqui a planilha retornará ao usuário em qual categoria o vaso se enquadrou baseada nas informações inseridas anteriormente. Uma informação de extrema relevância para manter o controle do equipamento.

A Figura 7 demonstra a aba de categoria do vaso de pressão.

Figura 7 – Aba de categoria do vaso.

	A	B	C	D
Qual classe o fluido se encontra?				
Pressão de operação (Kgf/cm ²):				
Volume interno (m ³):				
Produto P x V:				
Grupo de risco:				
Categoria do Vaso:				

MENU
Próximo
Voltar
NR-13

CLASSE DO FLUIDO DO VASO DE PRESSÃO		GRUPO POTENCIAL DE RISCO				
		1	2	3	4	5
A	Fluidos inflamáveis	I	I	II	III	III
	Fluidos combustíveis com temperatura superior ou igual a 200 °C;					
	Fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 partes por milhão;					
	Hidrogênio; Acetileno.					
B	Fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200 °C;	I	II	III	IV	IV
	Fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 partes por milhão;					
C	Vapor de água	I	II	III	IV	V
	Gases asfixiantes simples					
	Ar comprimido					
D	Outro Fluido	II	III	IV	V	V

Fonte: Autoria própria.

Como é visto na Figura 7, além da informação da categoria do equipamento, aqui também há uma tabela retirada da NR-13 com as categorias existentes para sanar quaisquer dúvidas em relação as mesmas.

Com a categoria do vaso de pressão definida a próxima atividade do fluxograma será em relação a documentação do vaso, que tem como objetivo manter o controle da própria documentação e apontar qual documentação é necessária, uma vez que a categoria do equipamento influencia nesta questão.

4.1.3 Documentação

A aba de documentação pode ser considerada a mais importante para manter o controle de um vaso de pressão, pois é nela que as informações referentes a segurança, projeto, materiais, testes e alterações de projetos estarão contidas.

Documentações como prontuário, registro de segurança, projeto de alteração ou reparo, relatórios de inspeção, laudo do teste hidrostático são

necessários para um vaso de pressão estar conforme a NR-13 e esta aba permite ao usuário controlar essas documentações do equipamento.

É uma aba que possui alguns formulários para o usuário preencher, o primeiro deles é referente a documentação geral, como pode ser visto a seguir na Figura 8.

Figura 8 – Documentação necessária.

Documentação necessária		
	OK	Não necessita
Prontuário		
Registro de segurança		
Projeto de alteração ou reparo		
Relatórios de inspeção		
Certificados de calibração dos dispositivos de segurança, onde aplicável.		
Laudo do teste hidrostático		
Documentação adicional em caso de Vaso CATEGORIA I e II.		
	Possui	Não necessita
Manual de operação próprio ou instruções de operação contidas no manual de operação de unidade onde estiver instalado.		

Fonte: Autoria própria.

O usuário preencherá este formulário com um “X” , sendo que nem todos os vasos necessitam de certos documentos como o manual de operação próprio ou instruções de operação contidas no manual de operação de unidade onde estiver instalado mostrado na Figura 8 e o caso do projeto de alteração ou reparos que somente é necessário quando o equipamento já foi alterado ou reparado.

Caso o usuário tenha preenchido que o vaso nunca foi alterado na aba “Dados do equipamento” automaticamente a planilha assinalará que não é necessário este documento.

O manual de operação próprio ou instruções de operação contidas no manual de operação de unidade onde estiver instalado só é necessário caso o vaso seja de categoria I ou II. Caso não seja necessário, a própria planilha marcará a opção de “não necessita”.

O prontuário por sua vez é um documento composto por outros documentos, portanto na mesma aba existe um segundo formulário para o usuário inserir informações sobre estes documentos. Caso possua todos, a planilha automaticamente assinalará o prontuário como “OK”. A Figura 10 que será apresentada após a Figura 9 para facilitar o entendimento mostra o formulário do prontuário.

Outro documento semelhante é o manual de operação próprio ou instruções de operação. Da mesma maneira, existe um terceiro formulário com os documentos necessários. Como é mostrado na Figura 9.

Figura 9 – manual de operação próprio.

Manual de operação próprio ou instruções de operação		
	Possui	Não possui
Procedimentos de partidas e paradas;		
Procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;		
Procedimentos para situações de emergência;		
Procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação de meio ambiente.		

Fonte: Autoria própria.

Figura 10 – Documentos do prontuário.

Prontuário do vaso de pressão		
	Possui	Não possui
Código de projeto;		
Especificação dos materiais;		
Procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final;		
Memorial de cálculo para estabelecimento da PMTA;		
Conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil;		
Pressão máxima de operação;		
Registro documentais do teste hidrostático;		
Características funcionais, atualizadas pelo empregador sempre que alteradas as originais;		
Ano de fabricação;		
Categoria do vaso, atualizada pelo empregador sempre que alterada a original.		

Fonte: Autoria própria.

Cada documento listado no formulário contém um link que redireciona a uma outra célula explicando o mesmo conforme a norma, isto trás praticidade ao usuário e agilidade em casos de dúvidas em relação aos mesmos. A Figura 11 trás um exemplo destas explicações.

Figura 11 – Explicações de documentos conforme a norma.

Registro de segurança (livro de registro): (13.5.1.7)	Projeto de alteração ou reparo: (13.3.3.3/13.3.3.4)	Laudo do teste hidrostático: (13.5.4.3/13.5.4.3.1)
<p>Deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado ou não com confiabilidade equivalente onde serão registradas:</p> <p>a) Todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança dos vasos de pressão;</p> <p>b) As ocorrências de inspeções de segurança</p>	<p>Projetos de alterações ou reparos devem ser concebidos previamente sempre que: as condições de projetos forem modificadas e sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.</p> <p>Os projetos de alterações ou reparos devem:</p> <p>a) ser concebidos ou aprovados por PH;</p> <p>b) determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal;</p> <p>c) ser divulgados para os empregados do estabelecimento que estão envolvidos com o equipamento.</p>	<p>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.</p> <p>Para vasos de pressão fabricados ou importados a partir da vigência desta NR, o TH deve ser feito durante a inspeção de segurança inicial.</p>

Fonte: Autoria própria.

Assim que preenchida a planilha retornará ao usuário se a documentação do vaso de pressão está ou não conforme a norma.

Apesar do controle da documentação ser um ponto de extrema importância, outra questão que deve ser controlada é referente a instalação do produto que diz respeito a próxima atividade, como é mostrado na próxima seção.

4.1.4 Instalação

Esta parte da planilha trará um novo formulário ao usuário com questões referentes à instalação do mesmo.

Conforme as respostas do usuário a planilha retornará se a instalação está conforme a NR-13 ou se será necessário um projeto alternativo de instalação. Algumas células contêm observações relevantes ao usuário, por exemplo, a célula que retorna a condição da instalação ao usuário, nela existe uma observação explicando como deve funcionar um projeto alternativo de instalação. A Figura 12 mostra a aba de instalação.

Figura 12 – Aba de instalação.

INSTALAÇÃO DO VASO DE PRESSÃO				
INFORMAÇÕES				
	RESPONDER COM "X"			
	SIM	NÃO		
O vaso de pressão possuirá todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, facilmente acessíveis?				
O vaso ficará em ambiente aberto?				
O vaso possuirá pelo menos duas saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas?				
O vaso possuirá acesso fácil e seguro para atividades de manutenção, operação e inspeção?				
Em caso de guarda-corpos vazados, os vão possuirão dimensões que impedem a queda de pessoas?				
O local apresentará iluminação conforme normas oficiais vigentes?				
O local apresentará sistema de iluminação de saída de emergência?				
O local possuirá ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas?				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>OBSERVAÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O projeto de instalação deve conter pelo menos a planta baixa do estabelecimento, com o posicionamento e a categoria de cada vaso e das instalações de segurança. A autoria de projeto de instalação de vasos de categorias "I, II e III" é de responsabilidade do Profissional Habilitado e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas normas regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.</td> </tr> </tbody> </table>			OBSERVAÇÃO	O projeto de instalação deve conter pelo menos a planta baixa do estabelecimento, com o posicionamento e a categoria de cada vaso e das instalações de segurança. A autoria de projeto de instalação de vasos de categorias "I, II e III" é de responsabilidade do Profissional Habilitado e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas normas regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.
OBSERVAÇÃO				
O projeto de instalação deve conter pelo menos a planta baixa do estabelecimento, com o posicionamento e a categoria de cada vaso e das instalações de segurança. A autoria de projeto de instalação de vasos de categorias "I, II e III" é de responsabilidade do Profissional Habilitado e deve obedecer aos aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas normas regulamentadoras, convenções e disposições legais aplicáveis.				

MENU
Próximo
Voltar
NR-13

Fonte: Autoria própria.

Com a finalização das atividades o fluxograma vai se afunilando para o final e na sequência da instalação o usuário se deparará com o controle das inspeções do equipamento, as quais devem ser realizadas com certas frequências.

4.1.5 Inspeções

A norma também trás questões referente as inspeções dos vasos, sendo bem definidas conforme sua categoria. Na aba de inspeções o usuário não precisará inserir nenhuma informação, pois as mesmas são tabeladas.

A Figura 13 demonstra as tabelas do tempo de cada inspeção que a norma padronizou.

Figura 13 – Período entre inspeções.

Inspeção de segurança inicial			
Deve ser realizado em todos os vasos novos, antes de sua entrada em funcionamento, no local definitivo de instalação, exame externo, interno e teste hidrostático			
Para estabelecimentos que não possuam "Serviço Próprio De Inspeção de Equipamentos"			
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
Para estabelecimentos que possuam "Serviço Próprio De Inspeção de Equipamentos"			
Categoria do vaso	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

MENU

Próximo

Voltar

NR-13

Fonte: Autoria própria.

É de extrema importância a obediência destes períodos para a realização dos exames interno, externo e teste hidrostático exigidos, onde os exames internos e externos são compostos por exames visuais, líquido penetrante e ultrassom.

Além de multas, manter o controle sobre os exames e sua documentação pode evitar acidentes de trabalho que em casos de vasos de pressão serão de grande escala, podendo ser fatais.

Esta aba também trás algumas outras informações sobre as inspeções em algumas particularidades, como visto na imagem da Figura 14.

Figura 14 – Informações sobre inspeções.

Considera-se como razões técnicas que inviabilizam o teste hidrostático:
Resistência estrutural da fundação ou da sustentação do vaso incompatível com o peso da água que seria usado no teste;
Efeito prejudicial do fluido de teste e elementos internos do vaso;
Impossibilidade técnica de purga e secagem do sistema;
Existência de revestimento interno;
Influência prejudicial do teste sobre defeitos subcríticos.
Inspeção de segurança extraordinária deve ser feita nas seguintes oportunidades:
Sempre que o vaso for danificado por acidente ou outra ocorrência que comprometa sua segurança;
Quando o vaso for submetido a reparo ou alterações importantes, capazes de alterar sua condição de segurança;
Antes de o vaso ser recolocado em funcionamento, quando permanecer inativo por mais de 12 meses;
Quando houver alteração do local de instalação do vaso.
O relatório de inspeção deve conter no mínimo:
Identificação do vaso de pressão;
Fluidos de serviço e categoria do vaso de pressão;
Tipo do vaso de pressão;
Data de início e término da inspeção;
Tipo de inspeção executada;
Descrição dos exames e testes executados;
Resultados das inspeções e intervenções executadas;
Conclusões;
Recomendações e providências necessárias;
Data prevista para a próxima inspeção;
Nome legível, assinatura e número de registro no conselho profissional do "Profissional Habilitado" e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

Fonte: Autoria própria.

Além das inspeções, outro aspecto que deve ser analisado é a questão dos treinamentos dos operadores dos vasos de pressão, o qual também é tratado na norma vigente NR-13. A seção a seguir descreve sobre esta questão (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, Norma Regulamentadora 13: Caldeiras e vasos de pressão, 2017).

4.1.6 Treinamentos

Um outro pilar para ter organização e controle sobre os vasos de pressão são os treinamentos dos colaboradores que operam estes equipamentos.

Nesta aba a planilha trás um pequeno formulário para identificar se o operador está apto ou não, conforme norma, a operar o mesmo.

Na Figura 15 é possível analisar a aba de treinamentos, que além do formulário também trás algumas informações.

Figura 15 – Aba de treinamentos.

INFORMAÇÕES SOBRE O OPERADOR DE UNIDADES		
	RESPONDER COM "X"	
	SIM	NÃO
Possui certificado de "Treinamento de segurança na operação de unidades de processos" expedido por instituição competente para o treinamento?		
Possui experiência comprovada na operação de vasos de pressão das categorias "I" ou "II" de pelo menos 2 (dois) anos antes da vigência da NR-13?		
Em relação ao "Treinamento de segurança na operação de unidade de processos"		
Deve obrigatoriamente ser supervisionado tecnicamente por "Profissional Habilitado"; Ser ministrado por profissionais capacitados para esse fim e obedecer, no mínimo, ao currículo proposto no Anexo I-B da NR-13.		
Todo profissional com "Treinamento de segurança na operação de unidade de processos" deve cumprir estágio prático, supervisionado, na operação de vasos de pressão com: 300 horas para vasos de categorias "I" ou "II" e 100 horas para vasos de categorias "III", "IV" ou "V".		
O estabelecimento onde for realizado o estágio prático supervisionado deve informar previamente à representação sindical da categoria profissional predominante no estabelecimento sobre: Período de realização do estágio; Empresa ou profissional responsável pelo treinamento e relação dos participantes do estágio.		

MENU

Próximo

Voltar

NR-13

Fonte: Autoria própria.

Após todas estas atividades de controle, para finalizar os pilares citados anteriormente, a última atividade será referente ao controle da segurança na manutenção de vasos de pressão.

4.1.7 Segurança na manutenção de vasos de pressão

Assim como na aba de treinamentos, esta aba da planilha trás um pequeno formulário para o usuário preencher. Desta vez a mesma retornará se os instrumentos de segurança do vaso estão de acordo com a NR-13.

Além do formulário também contém algumas informações que a norma trás em relação a segurança na manutenção de vasos, como é visto na Figura 16.

Figura 16 – Aba de segurança na manutenção de vasos de pressão.

INFORMAÇÕES		
	RESPONDER COM "X"	
	SIM	NÃO
Os instrumentos e controles de vasos de pressão estão calibrados e em boas condições de operação?		
Possui artifício que neutraliza seus sistemas de controle e segurança do vaso?		
<p align="center">Segurança na manutenção de vasos de pressão</p> <p align="center">Todos os reparos ou alterações em vasos de pressão devem respeitar o respectivo código de projeto de construção e as prescrições do fabricante no que se refere a materiais, procedimentos de execução, procedimentos de controle de qualidade e qualificação e certificação de pessoal.</p>		
<p align="center">Projetos de alteração ou reparo devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:</p> <p>Sempre que as condições de projeto forem modificadas</p> <p>Sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança</p>		
<p align="center">O projeto de alteração ou reparo deve:</p> <p>Ser concebido ou aprovado por Profissional Habilitado</p> <p>Determinar materiais, procedimentos de execução, controle de qualidade e qualificação de pessoal</p> <p>Ser divulgado para funcionários do estabelecimento que possam estar envolvidos com o vaso</p>		
<p align="center">Observações</p> <p>Todas as intervenções que exijam soldagem em partes que operem sob pressão devem ser seguidas de teste hidrostático, com características definidas pelo Profissional Habilitado</p> <p>Pequenas intervenções superficiais podem ter o teste hidrostático dispensado, a critério do Profissional Habilitado</p> <p>Os sistemas de controle e segurança dos vasos de pressão devem ser submetidos à manutenção preventiva ou preditiva</p>		

MENU

Próximo

Voltar

NR-13

Fonte: Autoria própria.

Com isto todos os pilares citados no curso de NR-13 foram destacados com base na NR-13 de maneira a manter controle do equipamento dentro da planta. Para finalizar a planilha de controle, colocou-se também uma aba sobre os riscos graves e iminentes que a norma cita, que são pontos críticos de toda a parte referente a vasos de pressão descritos na NR-13.

4.1.8 Risco grave e iminente

Além dos pilares citados a cima, a planilha também apresenta uma aba de risco grave e iminente, onde lista, conforme a NR-13 todos os riscos que podem gerar multas ao proprietário do vaso de pressão, como é visto na Figura 17 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, Norma Regulamentadora 13: Caldeiras e vasos de pressão, 2017).

Figura 17 – Risco grave e iminente.

Constitui risco grave e iminente qualquer um dos seguintes itens:	
Em relação a itens de segurança (13.6.2):	
Não dispor de válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à PMTA, instalada diretamente no vaso ou no sistema que o inclui	
Não conter dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula quando esta não estiver instalada diretamente no vaso;	
Não possuir instrumento que indique a pressão de operação	
Uso de artifícios que neutralizem os sistemas de controle e segurança dos vasos	
Possuir operador de unidades que contém vasos de pressão de categorias "I" ou "II" que não são certificados no "Treinamento de segurança na operação de unidades de processos"	
Em relação a instalação (13.7.4):	
Vasos instalados em ambientes aberto	Vasos instalados em ambientes fechado
Não dispor de pelo menos duas saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas	Não dispor de pelo menos duas saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas
Não possuir sistema de iluminação de emergência (apenas para vasos que operem a noite)	Não dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas
	Não possuir sistema de iluminação de emergência
Em relação a treinamento (13.8.11):	
Operação de qualquer vaso de pressão em condições diferentes das previstas no projeto original, sem que:	
Seja reprojeto levando em consideração todas as variáveis envolvidas na nova condição de operação;	
Sejam adotados todos os procedimentos de segurança decorrentes de sua nova classificação no que se refere à instalação, operação, manutenção e inspeção.	

MENU

Voltar

NR-13

Fonte: Autoria própria.

Esta aba da planilha tem como objetivo destacar ao usuário certos pontos em que se deve redobrar a atenção, para evitar acidentes e também multas em casos de fiscalizações.

A planilha foi feita de modo dinâmico, entrelaçando informações e retornando ao usuário as conformidades e não conformidades com a norma vigente. Cada atividade no *menu* possui um link para sua aba. Assim como cada aba possui um botão para voltar ao *menu*, ir para a próxima ou retornar, além de um outro botão que leva ao usuário ao link da NR-13.

Com isto, a planilha de controle está completa e o usuário deverá sempre atualizá-la conforme alterações realizadas ou troca de equipamentos.

A próxima etapa será referente a planilha de sistematização para a adequação de um novo tanque de condensado, como dito anteriormente. Da mesma maneira ela será descrita pelas atividades referentes a sistematização.

4.2 Sistematização para adequação do tanque de condensado

Assim como na seção anterior, esta seção também foi realizada através de uma planilha no Excel, com o intuito de facilitar e organizar as atividades referentes a adequação de um novo tanque de condensado na planta da Indústria Sucroalcooleira.

Nele pode-se dividir a atividade realizada conforme (FORCELLINI, 2002) dividiu parte do desenvolvimento de produtos, sendo: Projeto informacional, projeto detalhado e projeto conceitual.

Para a elaboração do fluxograma de atividades em que a Indústria deve se atentar quando há necessidade de adequação de um novo tanque de condensado, considerou-se as etapas do desenvolvimento de um produto citados a cima.

Como vasos de pressão são equipamentos particulares para cada caso específico, pode-se adotar estas fases do desenvolvimento para atrelar atividades de adequação do vaso. Isto elevará o índice de confiabilidade do projeto de adequação e reduzirá eventuais problemas durante o percurso do mesmo.

A primeira fase adotada para este trabalho foi a fase de projeto informacional, onde será feita a troca de informações entre Indústria e fornecedora do equipamento, para que o vaso tenha os requisitos necessários.

4.2.1 Projeto informacional

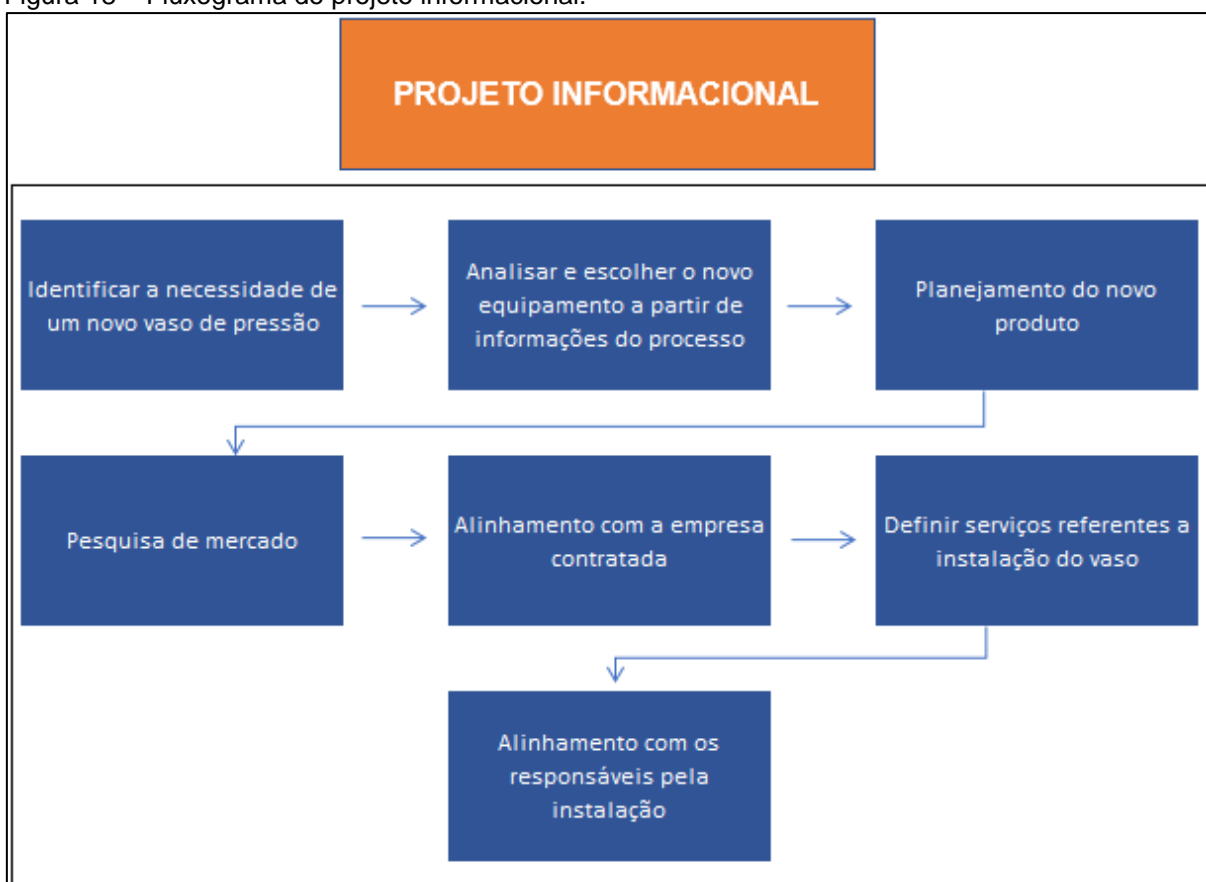
Sabe-se que o projeto informacional é a primeira etapa da fase de projeto do produto e processo, conforme diz (FORCELLINI, 2002).

Nesta etapa é feito todo o planejamento do produto, onde será definido se existe a necessidade da instalação de um novo tanque, obter informações do processo de fabricação do álcool para definir a capacidade do mesmo, juntamente com o planejamento da diretoria executiva da Indústria para alinhar futuras demandas de processo em que o equipamento participará, evitando uma possível falta de capacidade do equipamento.

Além disto, foi colocado nesta etapa as definições das pessoas responsáveis pela parte de instalação do vaso, sendo muito provável a terceirização destes serviços.

A Figura 18 mostra o fluxograma criado para a etapa de projeto informacional do tanque de condensado.

Figura 18 – Fluxograma do projeto informacional.



Fonte: Autoria própria.

Uma vez definida as atividades primordiais para esta fase do projeto foi possível dividir cada uma destas em sub-atividades. Com isso foi criado uma nova aba dentro da planilha somente para as atividades do projeto informacional.

Cada atividade foi dividida e dada a opção do usuário responder com “SIM”, “NÃO” ou “RESPOSTA” para caso de respostas abertas. Além de um campo para “DATA DEFINIDA”, “DATA EXECUTADA” e “CHECK” para ser selecionado assim que executada a tarefa.

Apesar de ser um modelo simples de fluxograma, fornece praticidade com agilidade ao usuário, podendo ser preenchido em questões de segundos e com liberdade para alterar ou acrescentar atividades conforme a realidade do processo, além de poder ser utilizado para outros vasos de pressão, não somente o tanque de condensado em estudo.

Cada atividade possui um link que redireciona para a célula com suas subatividades descritas, a seguir será detalhado cada uma das atividades encontradas no fluxograma.

A adequação de um novo vaso de pressão começa na verdade na identificação da necessidade desta alteração e a próxima seção detalhará esta atividade tendo este pensamento como ponto de partida.

4.2.1.1 Necessidade de um novo vaso de pressão

Esta atividade é referente a primeira coisa que deve ser feita ao se adequar um novo tanque de condensado em uma planta, que é identificar a necessidade de alteração.

Neste ponto é necessário pontuar informações sobre o processo, se o equipamento será uma alteração do processo ou apenas de equipamento, ou seja, se será incluído um novo vaso no processo ou alterado um já existente.

Além de informações como: qual a pressão da linha em que o vaso será instalado, qual o tamanho aproximado que se deseja do equipamento, qual orçamento para esta alteração, entre outras coisas que ajudará o usuário definir a existência desta necessidade.

Para facilitar a visualização a Figura 19 mostra as subatividades da identificação de um novo vaso, escolha do novo vaso, planejamento futuro e pesquisa de mercado. Além disto não foram colocadas as colunas de datas e *check* afim de facilitar a visualização e destacar as subatividades. Em nenhuma figura serão apresentadas essas colunas.

Figura 19 – Subatividades do projeto informacional.

CHECK LIST DE ATIVIDADES - PROJETO INFORMACIONAL			
NOVO VASO DE PRESSÃO NO PROCESSO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Existe a necessidade de um novo vaso de pressão?			
Qual a pressão da linha?			
Será instalado um novo vaso no processo ou apenas a troca de um existente?			
Qual o tamanho do atual vaso de pressão?			
Qual o orçamento para este investimento?			
ESCOLHA DO NOVO VASO DE PRESSÃO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Qual o capacidade que se espera do vaso?			
Qual o volume que se espera do vaso?			
Qual o preço que se espera do vaso?			
Qual o fluido que o vaso armazenará?			
PLANEJAMENTO FUTURO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
A capacidade consegue atender futuras demandas do processo?			
O volume sugerido irá atrapalhar futuras melhorias na instalação?			
Qual a previsão de tempo de uso do vaso na planta?			
PESQUISA DE MERCADO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Qual a data de entrega do vaso de pressão?			
A usina contém alguma fornecedora parceira de vasos de pressão?			
Qual o nome da empresa e do representante comercial?			
A empresa consegue entregar na data esperada?			
O valor se enquadra dentro do orçamento previsto?			
-			
-			

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que algumas células estão coloridas com um tom de cinza, isto é, estas células o usuário não conseguirá alterar. Isso se deve ao fato das respostas serem pontuais com “SIM” ou “NÃO” ou resposta aberta.

Tendo estas informações o usuário prosseguirá para a próxima etapa do projeto informacional que será definir o novo vaso de pressão.

4.2.1.2 Escolha do novo vaso de pressão

Uma vez identificado a real necessidade de um novo vaso, será necessário definir alguns parâmetros para o mesmo. Por exemplo, a capacidade que se espera do vaso, qual o volume interno, qual o preço do equipamento e tipo de fluido que será armazenado no interior.

Todas essas informações serão passadas a empresa fornecedora do vaso e é de extrema importância que sejam corretas e completas, pois esta fase definirá o

desenvolvimento do produto e futuras alterações destes parâmetros podem levar a um prejuízo financeiro e de tempo.

Mesmo sendo informações de características essenciais ao produto, não garantem que o produto final apresentará elas como especificado, pois essa etapa se trata apenas da idéia do produto, o produto final com os dados do equipamentos serão apresentados no projeto conceitual.

A Figura 19 acima mostra essas subatividades e nela é possível notar que após a escolha do equipamento, o usuário deverá prosseguir para a atividade de planejamento futuro, como é visto na próxima seção.

4.2.1.3 Planejamento futuro

Para finalizar a escolha do equipamento é necessário alinhar a atual necessidade com o planejamento que a empresa busca para o futuro.

Esta parte do fluxograma serve para evitar uma possível troca de equipamento em um curto espaço de tempo devido a aumento de produção. As subatividades estão listadas na Figura 19 na seção 2.2.1.1.

4.2.1.4 Pesquisa de mercado

A atividade de pesquisa de mercado tem como objetivo identificar o melhor fornecedor de vaso de pressão para a Usina.

Nela contém algumas subatividades para identificar se já existe algum parceiro comercial, a data de entrega do vaso de pressão, o valor passado pelo fornecedor, entre outros.

Note-se que as duas últimas subatividades da pesquisa de mercado mostrada acima na Figura 19 ilustrada na seção 2.2.1.1 possuem um “-“, isto se deve ao fato de a subatividade depender das respostas anteriores do usuário, ou seja, caso ele responda que o valor não se enquadra no orçamento, a planilha pedirá para ele trocar o fornecedor e caso ela se enquadre, perguntará se consegue atender os requisitos necessário do vaso de pressão. Se atende, a planilha retornará para o usuário fechar negócio com este fornecedor, caso contrário pedirá para encontrar outro.

Para finalizar o projeto informacional o usuário ainda deverá executar uma atividade referente aos serviços de instalação do equipamento, onde definirá parâmetros essenciais para o prosseguimento da adequação.

4.2.1.5 Serviços referentes a instalação do vaso de pressão

A última atividade pertencente ao projeto informacional é referente aos serviços que serão realizados provenientes da instalação do vaso.

Levou-se em consideração que será necessário quatro atividades para realizar a instalação do mesmo, sendo elas: tubulação, terraplanagem, alocação e montagem.

A Figura 20 apresenta as subatividades listadas para esta etapa.

Figura 20 – Serviços referentes a instalação do vaso.

INSTALAÇÃO DO VASO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Os ajustes da tubulação serão feito por terceiros?			
-			
Quando o serviço na tubulação irá começar?			
Quando o serviço na tubulação será entregue?			
Será necessário terraplanagem?			
-			
-			
Quando o serviço de terraplanagem irá começar?			
Quando o serviço de terraplanagem será entregue?			

Fonte: Autoria própria.

Assim como na pesquisa de mercado, nesta etapa existem subatividades que dependerão das repostas anteriores do usuário.

Caso os serviços nas tubulações sejam feitos por terceiros, a planilha solicitará o nome da empresa e caso não seja recursos próprios, ela pedirá a equipe responsável por este serviço.

No caso de terraplanagem, caso não necessite, a planilha pedirá para informar os superiores e, caso necessite, será perguntado se será terceirizado ou não, seguindo a mesma lógica dos serviços nas tubulações.

Com esta atividade definida todo o projeto informacional da adequação do tanque de condensado estará definido, ou seja, o vaso começará a ser produzido e os serviços referentes a instalação do vaso já estarão com responsáveis definidos. Com isso se inicia a fase de projeto conceitual, onde a adequação passará a trabalhar melhor características do vaso de pressão em si.

4.2.2 Projeto conceitual

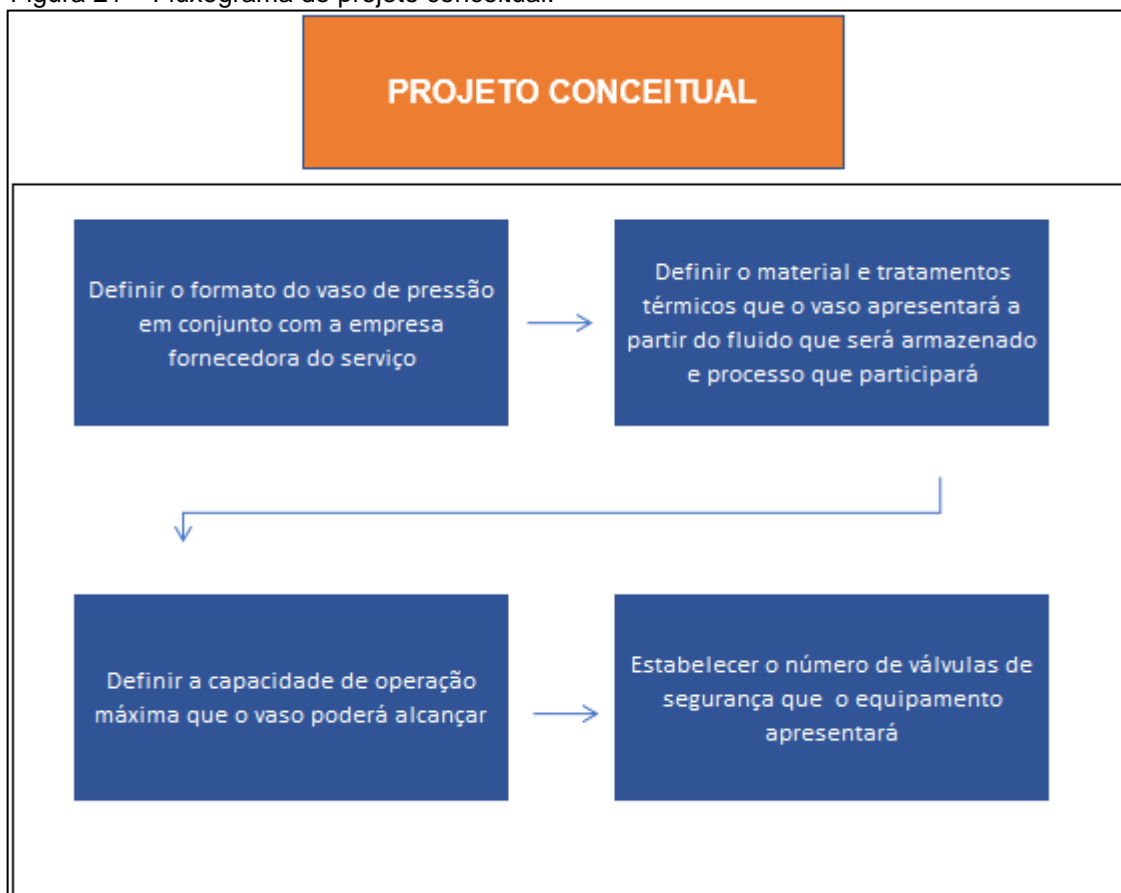
Seguindo a sequência definido por (FORCELLINI, 2002) o projeto conceitual é a fase em que o vaso de pressão tomará forma concreta e deixará de ser apenas uma ideia, levando em consideração todos os requisitos listados no projeto informacional.

Com este avanço no desenvolvimento do tanque de condensado, a Indústria Sucroalcooleira terá conhecimento de alguns parâmetros fundamentais para adequar a instalação e também providenciar alguns ajustes necessários.

A Figura 21 ilustra o fluxograma de atividades definido para a fase de projeto conceitual.

Esta fase será de extrema importância para o processo de adequação do vaso dentro do tempo estabelecido, pois é nela em que o produto terá seu *layout*, material, volume, entre outros, definidos.

Figura 21 – Fluxograma do projeto conceitual.



Fonte: Autoria própria.

Como dito anteriormente, a primeira atividade será definir o formato do equipamento, com subatividades específicas visto na Figura 22.

Ao contrário do projeto informacional, nesta fase não será necessária listar atividade por atividade, uma vez que todas possuem a mesma função, que é definir o vaso de pressão por completo.

A Figura 22 mostra todas as atividades e subatividades listadas para esta fase.

Figura 22 – Subatividades do projeto conceitual.

CHECK LIST DE ATIVIDADES - PROJETO CONCEITUAL			
FORMATO DO VASO DE PRESSÃO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Qual o formato do corpo do vaso?			
Qual o formato dos tampos do vaso?			
Qual a o volume interno do vaso?			
Qual as medidas do corpo?			
Qual as medidas dos tampos?			
MATERIAL E TRATAMENTOS			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Qual o material utilizado no vaso?			
Este material apresentará algum tratamento? Se sim, quais?			
Qual a temperatura máxima suportada?			
CAPACIDADE DO VASO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Através de calculos, qual a capacidade máxima suportada pelo vaso?			
VÁLVULAS DE SEGURANÇAS			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Quantas válvulas de segurança o vaso apresentará?			
Este número é o suficiente para evitar acidentes?			
-			

Fonte: Autoria própria.

Esta aba seguiu a mesma ideia da existente no projeto informacional, com células em tom de cinzas que não podem ser alteradas, com opção de respostas em “SIM”, “NÃO” ou respostas abertas, data programada, data executada e um *check*, onde os últimos três não estão ilustrados na figura.

Apesar de serem subatividades realizadas em conjunto com o fornecedor do equipamento, esta fase deve ser realizada com cautela, pois é ela que definirá alguns parâmetros para as atividades referentes a instalação do vaso.

Além de trazer o modelo do vaso, outro ponto importante desta fase do desenvolvimento é a compreensão do equipamento em nível técnico, ou seja, capacidade máxima suportada através de cálculos, desenhos técnicos, processos de materiais e de montagem.

Todos estes aspectos técnicos serão fornecidos pela empresa fornecedora do produto, mas é de extrema importância a leitura e compreensão dos mesmos por parte da Indústria Sucroalcooleira.

Em relação a válvulas de seguranças a NR-13 não especifica uma quantidade exata, isto varia conforme o equipamento, apesar de ser obrigatório a existência de pelo menos uma.

Com as atividades de projeto informacional e conceitual finalizadas o adequamento já possui informações referentes aos serviços e do equipamento, com isso ele avançará para a etapa de projeto detalhado, onde serão realizadas atividades envolvendo o equipamento já finalizado.

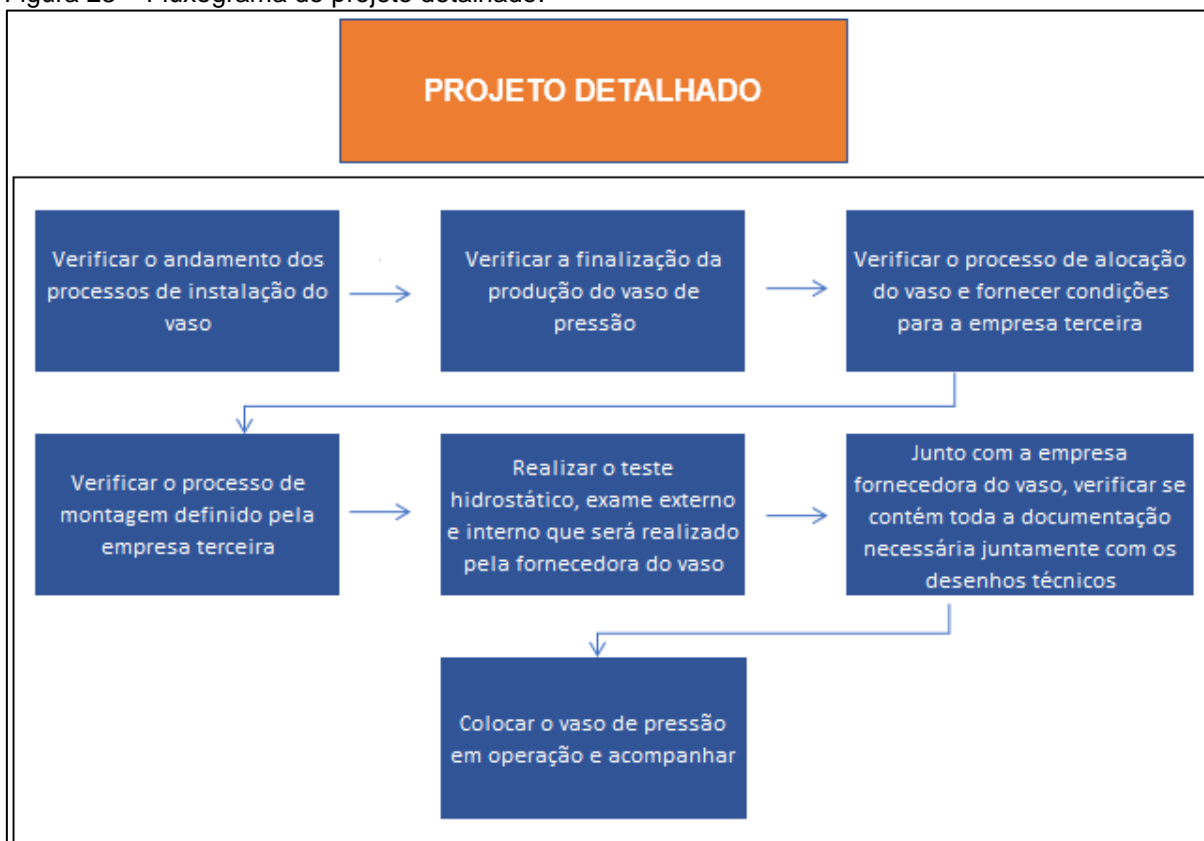
4.2.3 Projeto detalhado

O projeto detalhado do desenvolvimento do tanque de condensado será a última fase da adequação do vaso.

Nesta fase, a Indústria se atentará a questões do andamento do projeto e datas pré-determinadas. Serão realizadas atividades como verificar o andamento dos processos de instalação do vaso, processo de finalização da produção do mesmo, alocação, montagem, e assim em diante.

A Figura 23 ilustra as atividades listadas desta fase final da adequação do tanque de condensado.

Figura 23 – Fluxograma do projeto detalhado.



Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que somente nesta etapa a Indústria trabalhará com questões físicas do tanque de condensado, ao contrário das outras duas (informacional e conceitual) que trabalhavam com questões técnicas, financeiras e definições de datas.

A ideia desta fase é realizar a instalação do vaso assim que o fornecedor finalizar a fabricação do mesmo. As atividades referentes a instalação foram definidas logo no projeto informacional, dando prazos e definindo responsáveis, então no projeto detalhado será necessário o acompanhamento da entrega destes serviços.

Novamente cada atividade foi dividida em subatividades com opções do usuário responder com "SIM", "NÃO" ou "RESPOSTA" para respostas abertas, além de definir as datas de entregas, datas executadas e um "check" quando finalizada.

A primeira atividade se diz respeito ao processo de instalação do vaso e suas subatividades podem ser vistas a seguir.

4.2.3.1 Processo de instalação

Esta primeira atividade do projeto detalhado é referente a verificação do andamento das obras referentes a instalação. Lembrando que uma vez definida no projeto informacional, a ideia aqui é supervisionar a entrega das mesmas.

Para melhor visualização a Figura 24 demonstrará as atividades referentes ao processo de instalação, finalização da produção do tanque de condensado, processo de alocação e montagem do vaso.

Figura 24 – Subatividades do projeto detalhado 1.

CHECK LIST DE ATIVIDADES - PROJETO DETALHADO			
ANDAMENTO DO PROCESSO DE INSTALAÇÃO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
A base está pronta para receber o vaso?			
A tubulação está pronta para receber o vaso?			
<input type="checkbox"/> local está devidamente apropriado?			
As empresas estão tendo alguma dificuldades? Se sim, qual(is)?			
FINALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DO VASO DE PRESSÃO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
A empresa finalizará o vaso na data combinada?			
<input type="checkbox"/> vaso está de acordo com o esperado?			
Todos os laudos técnicos estão corretos?			
Todos os componentes estão corretos?			
PROCESSO DE ALOCAÇÃO DO VASO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
<input type="checkbox"/> espaço destinado a montagem está disponível?			
<input type="checkbox"/> processo de transporte dos componentes está estabelecido?			
Todos os componentes estão devidamente alocados para montagem?			
PROCESSO DE MONTAGEM			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Todos os componentes do vaso estão prontos?			
Possui disposição de todas ferramentas necessárias para montagem			
<input type="checkbox"/> roteiro de montagem está conforme o esperado?			
<input type="checkbox"/> vaso está montado?			

Fonte: Autoria própria.

As subatividades se referem aos serviços da base (terraplanagem), tubulações e o local em que será instalado, além de perguntar se existe alguma dificuldade em relação a estes tópicos.

É fundamental que todos esses itens estejam prontos para o recebimento do tanque de condensado para que se evite perdas de tempo com a chegada do equipamento.

Com o alinhamento destas atividades é possível verificar a fabricação do tanque de condensado para poder realmente se preocupar com a instalação do mesmo na planta industrial.

4.2.3.2 Finalização do tanque de condensado

Com os serviços referentes a instalação do vaso prontos, é possível verificar o andamento da fabricação do tanque de condensado.

Como pode ser visto na Figura 24 acima esta etapa do projeto detalhado serve para alinhar a entrega do tanque com o prometido no projeto informacional, além de verificar todos os detalhes do mesmo e laudos técnicos que serão entregues.

Apesar de conter apenas uma atividade para este acompanhamento, é fundamental que a Indústria esteja sempre monitorando o andamento da fabricação do tanque, para não ocorrer imprevistos no final do processo de adequação.

Com o tanque de condensado finalizado, a Indústria prossegue para a atividade referente a alocação do equipamento, como pode ser visto a seguir.

4.2.3.3 Alocação do tanque de condensado

Assim que o tanque estiver pronto será necessário fazer a alocação do mesmo no local destinado.

Esta atividade é importante para evitar a falta de equipamentos na hora de realizar a alocação, como, verificação do espaço destinado a montagem, processo de alocação do vaso, ou seja, guindastes, itens de segurança para segurar os componentes (válvulas, bocais, tampos e corpo do vaso), além de verificar a presença de todos os itens necessários para a montagem. Todas estas subatividades podem ser vistas na Figura 24 acima.

Uma vez alocado, inicia-se a montagem do equipamento e com isso, para que não ocorra imprevistos, é importante atrelar algumas atividades chaves para esta atividade.

4.2.3.4 Processo de montagem do tanque de condensado

Assim como as atividades anteriores, esta atividade tem como objetivo alinhar o processo de montagem do tanque de condensado.

Como visto na Figura 24 da seção 2.2.3.1 a atividade de processo de montagem verificará se todos os componentes citados acima estão corretos, se possuem todas as ferramentas necessárias para a montagem, se o roteiro de montagem está correto e por fim, se o tanque esta montado.

Este processo de montagem geralmente é realizado pela empresa que fornece o vaso de pressão, porém é importante que a Indústria faça um acompanhamento e verifique as condições do processo, evitando imprevistos na hora da montagem.

Com o equipamento montado em seu devido lugar, resta apenas questões técnicas para serem realizadas, como os testes iniciais e verificar a documentação do equipamento.

4.2.3.5 Testes iniciais

Após a montagem do tanque de condensado a NR-13 diz que é necessária a realização de alguns testes antes de iniciar a operação do vaso de pressão (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, Norma Regulamentadora 13: Caldeiras e vasos de pressão, 2017).

Com isso esta atividade tem a intenção de verificar a realização destes testes, como pode ser visto na Figura 25.

Figura 25 – Subatividades do projeto detalhado 2.

TESTES INICIAIS			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
Foi realizado teste hidrostático?			
Foi realizado exame externo no vaso?			
Foi realizado exame interno no vaso?			
DOCUMENTAÇÃO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
<input type="checkbox"/> prontuário do vaso está correto?			
<input type="checkbox"/> registro de segurança está correto?			
<input type="checkbox"/> Os certificados de calibração dos dispositivos de segurança estão corretos?			
<input type="checkbox"/> laudo do teste hidrostático está correto?			
<input type="checkbox"/> Os laudos dos exames internos e externos estão corretos?			
<input type="checkbox"/> Os desenhos técnicos do vaso estão corretos?			
<input type="checkbox"/> Caso o vaso seja de categoria I ou II, o manual de operação próprio está correto?			
<input type="checkbox"/> As notas fiscais do vaso e serviços utilizados foram emitidas?			
OPERAÇÃO DO VASO			
ATIVIDADE	SIM	NÃO	RESPOSTAS
<input type="checkbox"/> Está tudo certo para colocar o vaso em uso?			
<input type="checkbox"/> Vaso foi startado?			
<input type="checkbox"/> Foi verificado alguma não conformidade?			

Fonte: Autoria própria.

Além das atividades de testes iniciais, a Figura 25 contempla também as atividades de documentação e operação do vaso para uma melhor visualização.

Para poder iniciar o tanque de condensado ou qualquer outro tipo de vaso de pressão é necessária a realização de três testes, segundo a NR-13, que são: teste hidrostático, exame externo do vaso e exame interno do vaso. Como pode ser visto as subatividades são referentes a estes testes (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, Norma Regulamentadora 13: Caldeiras e vasos de pressão, 2017).

Com o alvará técnico fornecido pelos testes o equipamento se encontrará em condições de ser utilizado pela Indústria, porém antes disto acontecer, é importante verificar se toda a documentação do equipamento está em conformidade com a NR-13. Os documentos necessários podem ser vistos na planilha de controle mostrada na Figura 8 da seção 2.1.3 deste trabalho.

4.2.3.6 Documentação

Antes de iniciar a operação do vaso é necessário verificar se toda a documentação do tanque de condensado está conforme o que pede a NR-13.

Como visto na Figura 8 são vários documentos que é necessário verificar, sendo a maioria fornecida pela empresa que fabricou o tanque de condensado, como: prontuário, registro de segurança, certificado de calibração dos componentes e desenhos técnicos.

Documentos como laudos dos testes iniciais realizados devem ser fornecidos pela empresa que realizou os mesmos. A nota fiscal e manual de operação são de responsabilidades da Indústria.

Com todos os documentos verificados, restará apenas uma última atividade para que o equipamento esteja completamente adequado na planta, a atividade de operação do tanque de condensado.

4.2.3.7 Operação do tanque de condensado

Uma vez que o tanque esteja instalado, com os testes realizados e a documentação correta, o vaso está apto a operar.

Esta atividade tem como finalidade o acompanhamento do “start” do tanque de condensado e verificação de alguma não conformidade.

Assim que verificado a normalidade do processo e operação, a adequação do tanque de condensado do vapor de escape da Indústria Sucroalcooleira está completo.

5 CONCLUSÃO

Para a sistematização parcial da adequação do tanque de condensado em uma Indústria Sucroalcooleira foram elaborados dois documentos, um de controle do vaso e outro da sistematização propriamente dita.

Com estes documentos a Indústria garante conformidade com a norma regente, NR-13, seguindo todos os tópicos abordados por ela, desde categorização do vaso, até documentação e instalação do mesmo. O controle desses equipamentos é um problema atual da Indústria Sucroalcooleira em estudo que apresenta um modelo desorganizado e sem metodologia bem definida, onde muitas vezes não atende aos tópicos da NR-13, podendo acarretar em multas.

A planilha referente a sistematização da adequação de um novo vaso auxiliará neste processo de instalação, desde a identificação da necessidade de um novo vaso até a operação do mesmo.

Esta sistematização facilitará e organizará as atividades necessárias para que não ocorra perda de tempo entre a fabricação do vaso e instalação do mesmo.

É importante ressaltar que na atividade de verificação da documentação durante o adequamento do tanque de condensado, como dito anteriormente, o documento de controle pode ser utilizado para sanar dúvidas referentes ao cobrado pela NR-13.

Apesar do trabalho realizado ter sido em cima do tanque de condensado do vapor de escape, ambas planilhas foram elaboradas de maneira que podem ser utilizadas para outros modelos de vaso de pressão.

Vale lembrar que as atividades e subatividades prescritas na planilha de sistematização foram apontadas em conjunto com um responsável da Indústria Sucroalcooleira em estudo. Apesar destas atividades e subatividades atenderem quase todos os casos, elas podem variar conforme a necessidade, pois cada projeto de vaso de pressão é um particular.

A elaboração de um fluxograma para sistematizar a adequação de um novo tanque de condensado do vapor de escape de uma Indústria Sucroalcooleira se mostrou satisfatória, uma vez que as planilhas fornecem praticidade, agilidade, opção de alteração conforme necessidade, fundamentação na norma vigente NR-13 e suporte da Indústria em estudo.

5.1 Recomendação para trabalho futuro

Para possíveis trabalhos futuros, fica como sugestão a utilização de outros equipamentos, como correias, rolamentos, correntes, mancais, etc. Isso ampliará as atividades necessárias para sistematizar sua adequação na planta e ampliará a facilidade e agilidade que os documentos proporciona aos colaboradores das Indústrias.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 13: Caldeiras, vasos de pressão e tubulações**. Brasília, 2017.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 28: Fiscalização e penalidades**. Brasília, 2017.
- CHIEPPE, J. B. J. **Tecnologia e fabricação do álcool**. Inhumas, 2012.
- ENGECESS Tecnologia em Equipamentos. **Produtos: acessórios**. Disponível em <<http://www.engecasscaldeiras.com.br/produtos/acessorios>>. Acesso em: 12 Mar. 2018.
- FORCELLINI, F. A. **Desenvolvimento de Produto**. 1. ed. Florianópolis [s.n], 2002.
- GOES, T. et al. **Setor sucroalcooleiro no Brasil: Situação atual e perspectivas**. [S.1.: s.n.], 2008.
- JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Axcel, 2004.
- MACHADO, S. S. **Tecnologia e fabricação do açúcar**. Inhumas, 2012.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SOCIEDADE AMERICANA DE ENGENHEIROS MECÂNICOS. **ASME VIII divisão 2: vasos de pressão**. [S.1.: s.n.], 1975.
- TELLES, P. C. S. **Vasos de pressão**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.